美国初中主流理科教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

地球内部

浙江教育出版社



PEARSON

Prentice Hall

美国初中主流理科教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

美国初中主流理科教材

新课标、新理念、新学法的最佳参考用书

■ 探索科学奥秘

■ 指导研究性学习

■ 知识能力方法并重

■ 动手动脑趣味无穷



科学探索者

运动、力与能量
地球上的水
声与光
电与磁
天文学
化学反应
物质构成
环境科学
从细菌到植物
细胞与遗传
动物
人体生理卫生
地球内部
地表的演变
天气与气候
科学探究
法庭科学

PEARSON Education

培生教育集团原版
20余个发达国家选用

PEARSON Longman 朗文

ISBN 978-7-5338-8031-
9 787533 880316 >
定 价：25.00 元

图书在版编目(CIP)数据

科学探索者. 地球内部 /(美)帕迪利亚(Padilla, M. J.)主编;吉云松,王张华译. —2 版. —杭州:浙江教育出版社,2010.3(2010.12 重印)

ISBN 978-7-5338-8031-6

Ⅰ.①科… Ⅱ.①帕…②吉…③王… Ⅲ.①地球内部-初中-课外读物 Ⅳ.①G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 032061 号

科学探索者 地球内部 (第二版)

- 出版发行 浙江教育出版社(杭州天目山路 40 号 邮编 310013)
- 原 著 名 Science Explorer Inside Earth
- 原 出 版 PRENTICE HALL
- 翻 译 吉云松 王张华
- 审 校 王张华 陈中原
- 责任编辑 金馥菊
- 封面设计 曾国兴 韩 波
- 责任校对 雷 坚
- 责任印务 温劲风
- 图文制作 杭州富春电子印务有限公司

- 印 刷 杭州富春印务有限公司
- 开 本 710×1000 1/16
- 印 张 13
- 字 数 260 000
- 版 次 2010 年 3 月第 2 版
- 印 次 2010 年 12 月第 14 次
- 印 数 99 001~111 400
- 标准书号 ISBN 978-7-5338-8031-6
- 定 价 25.00 元

联系电话: 0571-85170300-80928
e-mail: zjjy@zjcb.com

本书参考答案请上网查阅。

网址: www.zjeph.com

美国初中主流理科教材

SCIENCE EXPLORER

科学探索者

地球内部



浙江教育出版社

科学探索者

地球内部

Program Resources

Student Edition
Annotated Teacher's Edition
Teaching Resources Book with Color Transparencies
Inside Earth Materials Kits

Program Components

Integrated Science Laboratory Manual
Integrated Science Laboratory Manual, Teacher's Edition
Inquiry Skills Activity Book
Student-Centered Science Activity Books
Program Planning Guide
Guided Reading English Audiotapes
Guided Reading Spanish Audiotapes and Summaries
Product Testing Activities by Consumer Reports™
Event-Based Science Series (NSF funded)
Prentice Hall Interdisciplinary Explorations
Cobblestone, *Odyssey*, *Calliope*, and *Faces* Magazines

Media/Technology

Science Explorer Interactive Student Tutorial CD-ROMs
Odyssey of Discovery CD-ROMs
Resource Pro® (Teaching Resources on CD-ROM)
Assessment Resources CD-ROM with Dial-A-Test®
Internet site at www. science-explorer. phschool. com
Life, Earth, and Physical Science Videodiscs
Life, Earth, and Physical Science Videotapes

科学探索者

从细菌到植物
动物
细胞与遗传
人体生理卫生
环境科学
地球内部
地表的演变
地球上的水
天气与气候
天文学
物质构成
化学反应
运动、力与能量
电与磁
声与光
科学研究
法庭科学

Staff Credits

The people who made up the *Science Explorer* team-representing editorial, editorial services, design services, field marketing, market research, marketing services, on-line services/multimedia development, product marketing, production services, and publishing processes-are listed below. Bold type denotes core team members.

Kristen E. Ball, **Barbara A. Bertell,** Peter W. Brooks, **Christopher R. Brown, Greg Cantone,** Jonathan Cheney, **Patrick Finbarr Connolly,** Loree Franz, Donald P. Gagnon, Jr.,**Paul J. Gagnon, Joel Gendler,** Elizabeth Good, Kerri Hoar, **Linda D. Johnson,**Katherine M. Kotik, Russ Lappa, Marilyn Leitao, David Lippman, **Eve Melnechuk, Natania Mlawer,** Paul W. Murphy, **Cindy A. Noftle,** Julia F. Osborne, Caroline M.Power, Suzanne J. Schineller, **Susan W. Tafler,** Kira Thaler-Marbit, Robin L. Santel, Ronald Schachter, **Mark Tricca,** Diane Walsh, Pearl B. Weinstein, Beth Norman Winickoff

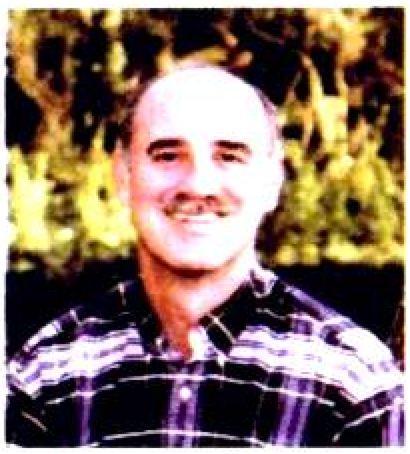
Acknowledgment for page 256: Excerpts from *A Kind of Grace* by Jackie Joyne-Kersee. Copyright ©1997 by Jackie Joyner-Kersee. Reprinted by permission of Warner Books, Inc.

ISBN 0-13-434487-1
9 10 03 02 01



封面：熔岩流沿着夏威夷大岛的山坡流淌。

Program Authors



Michael J. Padilla, Ph.D.
Professor
Department of Science Education
University of Georgia
Athens, Georgia

Michael Padilla is a leader in middle school science education. He has served as an editor and elected officer for the National Science Teachers Association. He has been Principal investigator of several National Science Foundation and Eisenhower grants and served as a writer of the National Science Education Standards.

As lead author of *Science Explorer*, Mike has inspired the team in developing a program that meets the needs of middle grades students, promotes science inquiry,and is aligned with the National Science Education Standards.



Ioannis Miaoulis, Ph.D.
Dean of Engineering
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Martha Cyr, Ph.D.
Director, Engineering
Educational Outreach
College of Engineering
Tufts University
Medford, Massachusetts

Science Explorer was created in collaboration with the College of Engineering at Tufts University. Tufts has an extensive engineering outreach program that uses engineering design and construction to excite and motivate students and teachers in science and technology education.

Faculty from Tufts University participated in the development of *Science Explorer* chapter projects, reviewed the student books for content accuracy, and helped coordinate field testing.

每章课题

Book Authors

Carole Garbuny Vogel
Science Writer
Lexington, Massachusetts

Contributing Writers

Holly Estes
Science Instructor
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Greg Hutton
Science and Health
Curriculum Coordinator
School Board of
Sarasota County
Sarasota, Florida

Lauren Magruder
Science Instructor
St. Michael's Country
Day School
Newport, Rhode Island

Sharon M. Stroud
Science Instructor
Widefield High School
Colorado Springs,
Colorado

Thomas R. Wellnitz
Science Instructor
The Paideia School
Atlanta, Georgia

Reading Consultant

Bonnie B. Armbruster, Ph.D.
Department of Curriculum
and Instruction
University of Illinois
Champaign, Illinois

Interdisciplinary Consultant

Heidi Hayes Jacobs, Ed.D.
Teacher's College
Columbia University
New York, New York

Safety Consultants

W.H.Breazeale, Ph.D.
Department of Chemistry
College of Charleston
Charleston, South Carolina

Ruth Hathaway, Ph.D.
Hathaway Consulting
Cape Girardeau, Missouri

Tufts University Program Reviewers

Behrouz Abedian, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Wayne Chudyk, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Eliana De Bernardez-Clark, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Anne Marie Desmarais, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

David L. Kaplan, Ph.D.
Department of Chemical Engineering

Paul Kelley, Ph.D.
Department of Electro-Optics

George S.Mumford, Ph.D.
Professor of Astronomy, Emeritus

Jan A.Pechenik, Ph.D.
Department of Biology

Livia Racz, Ph.D
Department of Mechanical Engineering

Robert Rifkin, M.D.
School of Medicine

Jack Ridge, Ph.D.
Department of Geology

Chris Swan, Ph.D.
Department of Civil and Environmental Engineering

Peter Y.Wong, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering

Content Reviewers

Jack W.Beal, Ph.D.
Department of Physics
Fairfield University
Fairfield, Connecticut

W.Russell Blake, Ph.D.
Planetarium Director
Plymouth Community Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Howard E.Buhse, Jr., Ph.D.
Department of Biological Sciences
University of Illinois
Chicago, Illinois

Dawn Smith Burgess, Ph.D.
Department of Geophysics
Stanford University
Stanford, California

A.Malcolm Campbell, Ph.D.
Assistant Professor
Davidson College
Davidson, North Carolina

Elizabeth A.De Stasio, Ph.D.
Associate Professor of Biology
Lawrence University
Appleton, Wisconsin

John M.Fowler, Ph.D.
Former Director of Special Projects
National Science Teacher's Association
Arlington, Virginia

Jonathan Gitlin, M.D.
School of Medicine
Washington University
St. Louis, Missouri

Dawn Graff-Haight, Ph.D., CHES
Department of Health, Human Performance, and Athletics
Linfield College
McMinnville, Oregon

Deborah L.Gumucio, Ph.D.
Associate Professor
Department of Anatomy and Cell Biology
University of Michigan
Ann Arbor, Michigan

William S.Harwood, Ph.D.
Dean of University Division and Associate Professor of Education
Indiana University
Bloomington, Indiana

Cyndy Henzel, Ph.D.
Department of Geography and Regional Development
University of Arizona
Tucson, Arizona

Greg Hutton
Science and Health Curriculum Coordinator
School Board of Sarasota County
Sarasota, Florida

Susan K.Jacobson, Ph.D.
Department of Wildlife Ecology and Conservation
University of Florida
Gainesville,Florida

Judy Jernstedt, Ph.D.
Department of Agronomy and Range Science
University of California, Davis
Davis, California

John L.Kermond, Ph.D.
Office of Global Programs
National Oceanographic and Atmospheric Administration
Silver Spring, Maryland

David E.LaHart, Ph.D.
Institute of Science and Public Affairs
Florida State University
Tallahassee, Florida

Joe Leverich, Ph.D.
Department of Biology
St.Louis University
St.Louis, Missouri

Dennis K.Lieu, Ph.D.
Department of Mechanical Engineering
University of California
Berkeley, California

Cynthia J.Moore, Ph.D.
Science Outreach Coordinator
Washington University
St.Louis, Missouri

Joseph M.Moran, Ph.D.
Department of Earth Science
University of Wisconsin-Green Bay
Green Bay, Wisconsin

Joseph Stukey, Ph.D.
Department of Biology
Hope College
Holland, Michigan

Seetha Subramanian
Lexington Community College
University of Kentucky
Lexington, Kentucky

Carl L.Thurman, Ph.D.
Department of Biology
University of Northern Iowa
Cedar Falls, Iowa

Edward D.Walton, Ph.D.
Department of Chemistry
California State Polytechnic University
Pomona, California

Robert S.Young, Ph.D.
Department of Geosciences and Natural Resource Management
Western Carolina University
Cullowhee, North Carolina

Edward J.Zalisko, Ph.D.
Department of Biology
Blackburn College
Carlinville, Illinois

Teacher Reviewers

Stephanie Anderson
Sierra Vista Junior
High School
Canyon Country, California

John W. Anson
Mesa Intermediate School
Palmdale, California

Pamela Arline
Lake Taylor Middle School
Norfolk, Virginia

Lynn Beason
College Station Jr. High School
College Station, Texas

Richard Bothmer
Hollis School District
Hollis, New Hampshire

Jeffrey C. Callister
Newburgh Free Academy
Newburgh, New York

Judy D'Albert
Harvard Day School
Corona Del Mar, California

Betty Scott Dean
Guilford County Schools
McLeansville, North Carolina

Sarah C.Duff
Baltimore City Public Schools
Baltimore, Maryland

Melody Law Ewey
Holmes Junior High School
Davis, California

Sherry L. Fisher
Lake Zurich Middle
School North
Lake Zurich, Illinois

Melissa Gibbons
Fort Worth ISD
Fort Worth, Texas

Debra J.Goodding
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jack Grande
Weber Middle School
Port Washington, New York

Steve Hills
Riverside Middle School
Grand Rapids, Michigan

Carol Ann Lionello
Kraemer Middle School
Placentia, California

Jaime A.Morales
Henry T.Gage Middle School
Huntington Park, California

Patsy Partin
Cameron Middle School
Nashville, Tennessee

Deedra H.Robinson
Newport News Pubilc Schools
Newport News, Virginia

Bonnie Scott
Clack Middle School
Abilene, Texas

Charles M.Sears
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Barbara M.Strange
Ferndale Middle School
High Point, North Carolina

Jackie Louise Ulfig
Ford Middle School
Allen, Texas

Kathy Usina
Belzer Middle School
Indianapolis, Indiana

Heidi M.von Oetinger
L'Anse Creuse Public School
Harrison Township, Michigan

Pam Watson
Hill Country Middle School
Austin, Texas

Activity Field Testers

Nicki Bibbo
Russell Street School
Littleton, Massachusetts

Connie Boone
Fletcher Middle School
Jacksonville Beach, Florida

Rose-Marie Botting
Broward County
School District
Fort Lauderdale, Florida

Colleen Campos
Laredo Middle School
Aurora, Colorado

Elizabeth Chait
W.L.Chenery Middle School
Belmont, Massachusetts

Holly Estes
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Laura Hapgood
Plymouth Community
Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Sandra M.Harris
Winman Junior High
School
Warwick, Rhode Island

Jason Ho
Walter Reed Middle School
Los Angeles, California

Joanne Jackson
Winman Junior High
School
Warwick, Rhode Island

Mary F.Lavin
Plymouth Community
Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

James MacNeil, Ph.D.
Concord Public Schools
Concord, Massachusetts

Lauren Magruder
St.Michael's Country
Day School
Newport, Rhode Island

Jeanne Maurand
Glen Urquhart School
Beverly Farms, Massachusetts

Warren Phillips
Plymouth Community
Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Carol Pirtle
Hale Middle School
Stow, Massachusetts

Kathleen M.Poe
Kirby-Smith Middle School
Jacksonville, Florida

Cynthia B.Pope
Ruffner Middle School
Norfolk, Virginia

Anne Scammell
Geneva Middle School
Geneva, New York

Karen Riley Sievers
Callanan Middle School
Des Moines, Iowa

David M.Smith
Howard A.Eyer Middle School
Macungie, Pennsylvania

Derek Strohschneider
Plymouth Community
Intermediate School
Plymouth, Massachusetts

Sallie Teames
Rosemont Middle School
Fort Worth, Texas

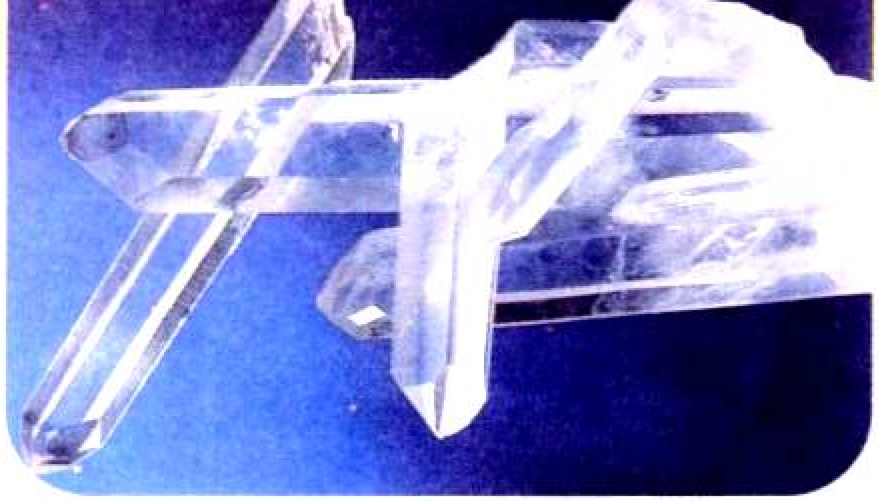
Gene Vitale
Parkland Middle School
McHenry, Illinois

Zenovia Young
Meyer Levin Junior
High School (IS 285)
Brooklyn, New York

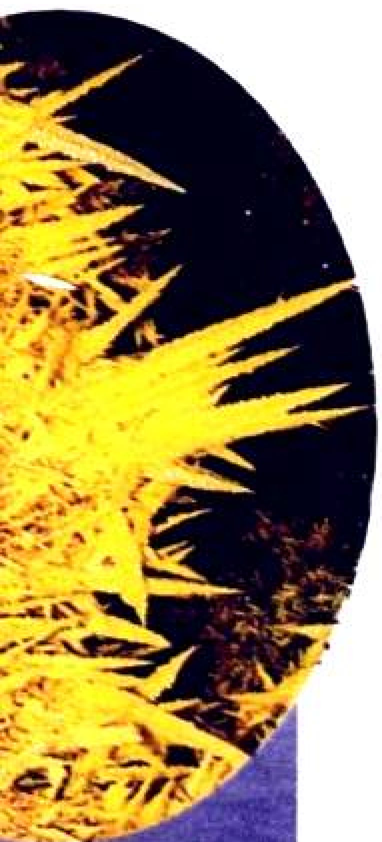
目录













活动

学科活动

每章课题

（贯穿整章的探索活动）

探索

（课前的思考和探索）

增进技能

（专业技能训练）

试一试

（基本概念的巩固与强化）



技能实验室

（探索技能的强化）



生活实验室

（科学知识的应用）

探索

（对一些概念的形象说明）

跨学科探索

科学与历史

科学与社会

链　接

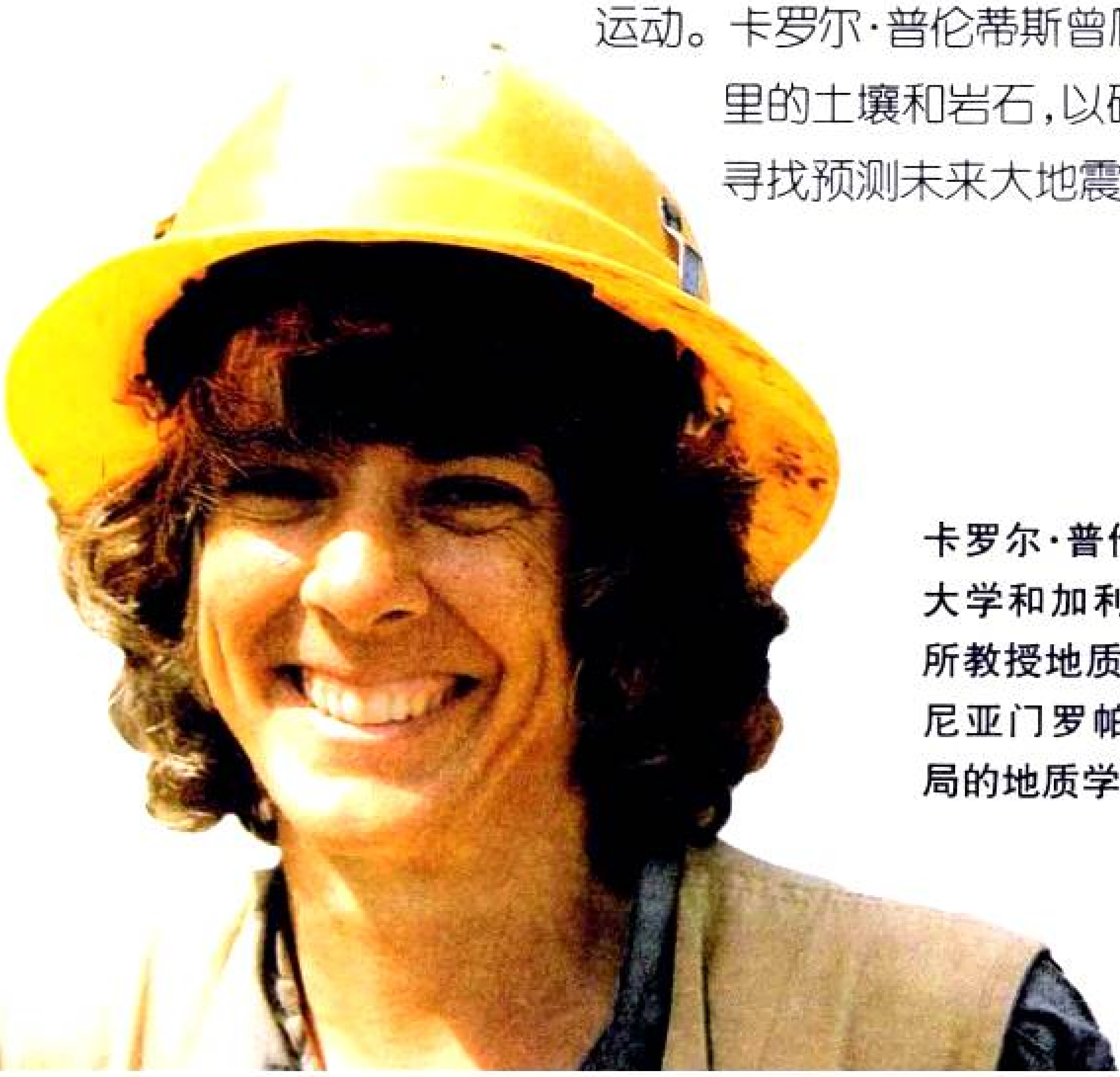


断层

“在我大约14岁时，我家住在中国的台湾省，”地质学家卡罗尔·普伦蒂斯回忆说，“有一天，我正在玩弹球，突然发生了一次小地震，把我的弹球机都搞坏了。”

与其他第一次经历地震的人不一样，卡罗尔·普伦蒂斯的反应不是害怕，而是着迷：“那到底是什么？我一直想。这次地震是我记忆中第一次自觉地思考地震，我觉得地震真是一件有趣的事。”接着她又回忆道：“当我在中学讲授地球科学时，我意识到我最喜欢教的章节就是地震和断层。”

来自地球内部的力使地壳破裂，导致地面剧烈摇晃，这就是地震。地壳移动或断裂形成的裂缝叫断层，断层可能会在几个世纪内不断地运动。卡罗尔·普伦蒂斯曾爬进断层，探测那里的土壤和岩石，以研究断层的历史，寻找预测未来大地震的线索。



卡罗尔·普伦蒂斯在洪堡州立大学和加利福尼亚技术研究所教授地质，她目前是加利福尼亚门罗帕克美国地质调查局的地质学家。

寻找古代地震的线索

目前，卡罗尔·普伦蒂斯博士是研究古地震学的专家。古地震学是研究历史上曾发生地震的一门学科。“古地震学家寻找几千年、几万年前发生的地震的证据。”卡罗尔·普伦蒂斯博士解释说。

近代发生的地震都有文字记载，但真正的故事记录在岩石和土壤中。随着岁月的流逝，风、雨和流水将断层线从地表剥蚀掉，这样，地震的证据就被埋藏在沉积物下面，但断层依然存在。

选择研究点

怎样选择一个合适的研究点呢？“首先，我们研究航空照片、地质图和卫星影像上显示的断层线，这样我们心中就有了初步的地点。”卡罗尔·普伦蒂斯博士说，“然后我们实地勘探这些断层线，取回一些样品。”

“我们寻找砂子、砾石等沉积物堆积的地方，假如这些沉积物的历史已有上千年了，那么你可能会在那儿获得史前地震的好记录。在挖掘的过程中，你有可能不仅能发现被埋藏的最近一次地震，而且还会发现更早以前发生的地震的线索。如果真是这样，那这儿就是一个非常理想的地点。”一旦研究点确立，地质队就开始挖掘穿越断层的探槽。

现代地震形成的裂缝，有的可以延伸几百千米。如下图所示的是戈壁－奥忒断层，由于地震发生在蒙古的沙漠里，所以裂缝非常明显。



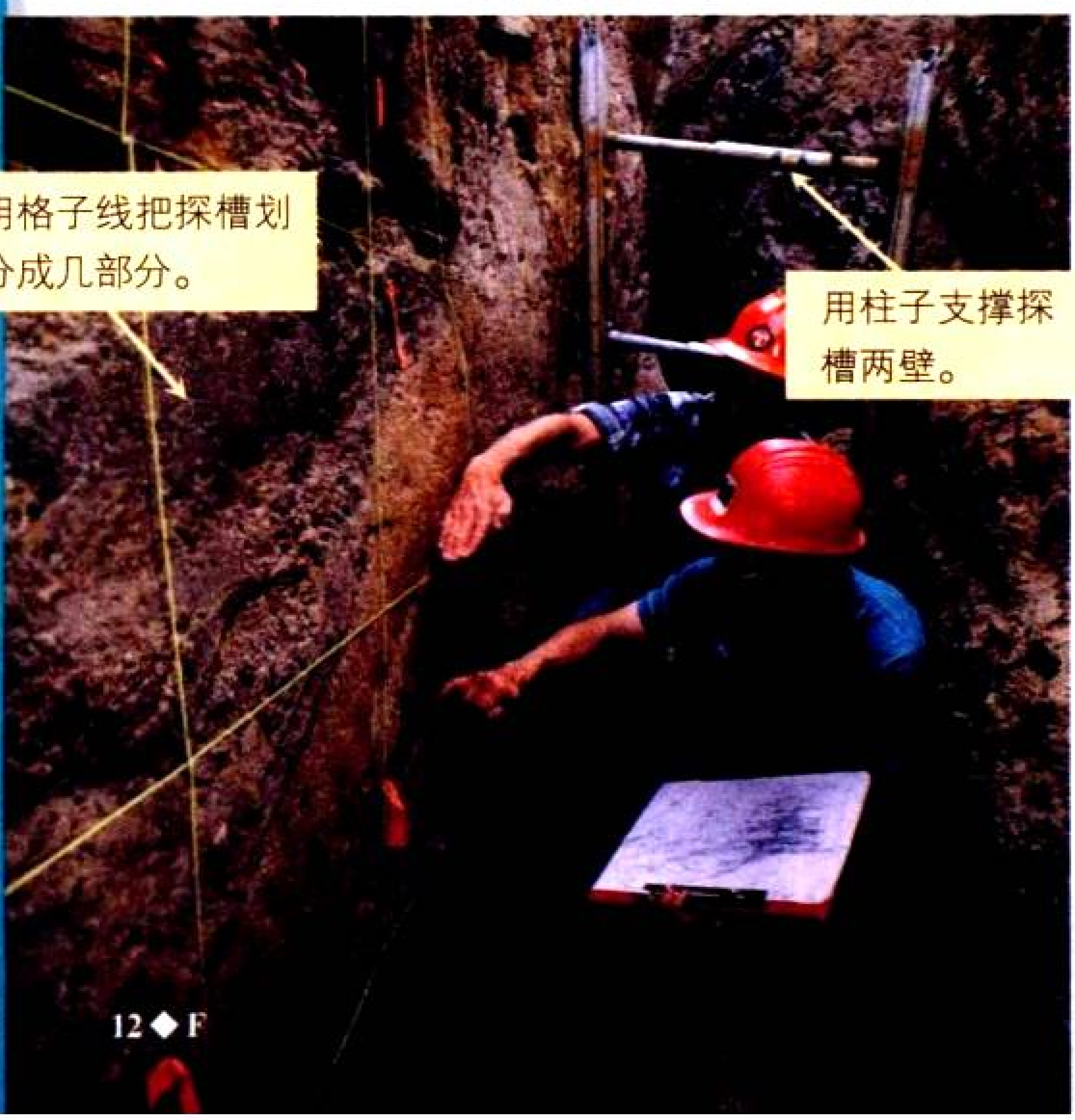
在探槽中工作

在地表的断裂处工作是非常危险的。卡罗尔·普伦蒂斯曾经担心，当她正在挖掘时会突然发生地震。“但一旦我进入探槽工作，我就把所有的担心都抛在脑后。”

然而，卡罗尔·普伦蒂斯也承认：“在探槽里确实是很危险的，并不仅仅因为可能会发生地震，而是探槽会发生塌方。如果探槽有4~5米深，甚至仅仅高出头顶，就需要用柱子支撑起来，否则很可能发生塌方。沉积物松软、探槽很深，是容易发生塌方的原因，比如在蒙古这种地方。”

在位于亚洲东北部的蒙古，地质学家很难找到合适的材料来支撑探槽，因此塌方经常发生。“那是非常可怕的事情。”她说。

地质学家在一个深深的探槽里工作。



观察戈壁－奥忒断层

卡罗尔·普伦蒂斯曾到过世界上很多地震点，如多米尼亚共和国、泰国、蒙古，以及加利福尼亚的圣安得列斯断层等。普伦蒂斯博士最近的一项研究是1957年发生在蒙古沙漠的戈壁–奥忒地震所在地。像这种地震，断层很容易看到。“我们勘探戈壁–奥忒地震，看看这里最近发生的两次地震是否具有相同的模式。”普伦蒂斯博士说。

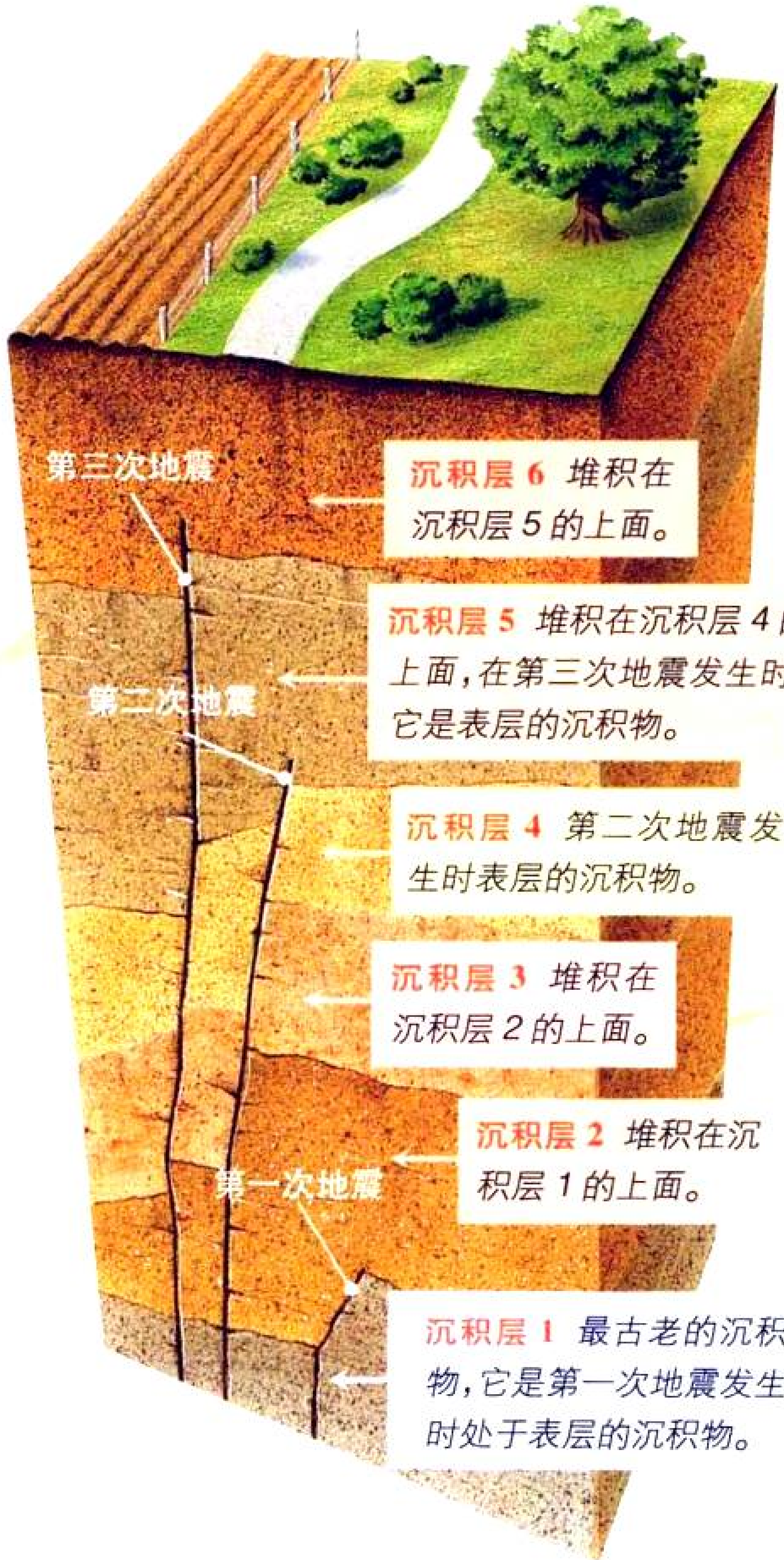
戈壁–奥忒地震的断层在某些方面和圣安得列斯断层以及美国其他地震形成的断层相似，这就是为什么地质学家对戈壁–奥忒断层这么感兴趣的原因之一。

解释数据

卡罗尔·普伦蒂斯博士在同一个地点收集到一些地震的证据后，她就能推测出岩层、砂砾的沉积时间以及断裂时间，并由此推测出地震发生的频率。

卡罗尔·普伦蒂斯博士还将计算断层的两盘朝相反方向移动的速度。“地震发生的时间和断层移动的速度这两项数据是

地震是由地壳深处断层的运动引起的。如果运动足够强烈，地表就会产生裂缝。数年后，成层的沉积物堆在裂缝上。而下一次地震又在地表形成新的裂缝，然后又堆积起新的沉积物。通过研究这些沉积物层的裂缝证据，地质学家就能获知沿断层发生过的地震的次数。



非常重要的，它们可以用来预测某一断层的危险程度。”卡罗尔·普伦蒂斯博士解释说。

虽然你很难看出断层每年移动的距离，但是经过几千年后，断层移动的距离就比较明显，地质学家能计算出它的年平均移动率，并作出预测。移动速度越快，危险性也就越大。让我们来看看断层周围的景观。

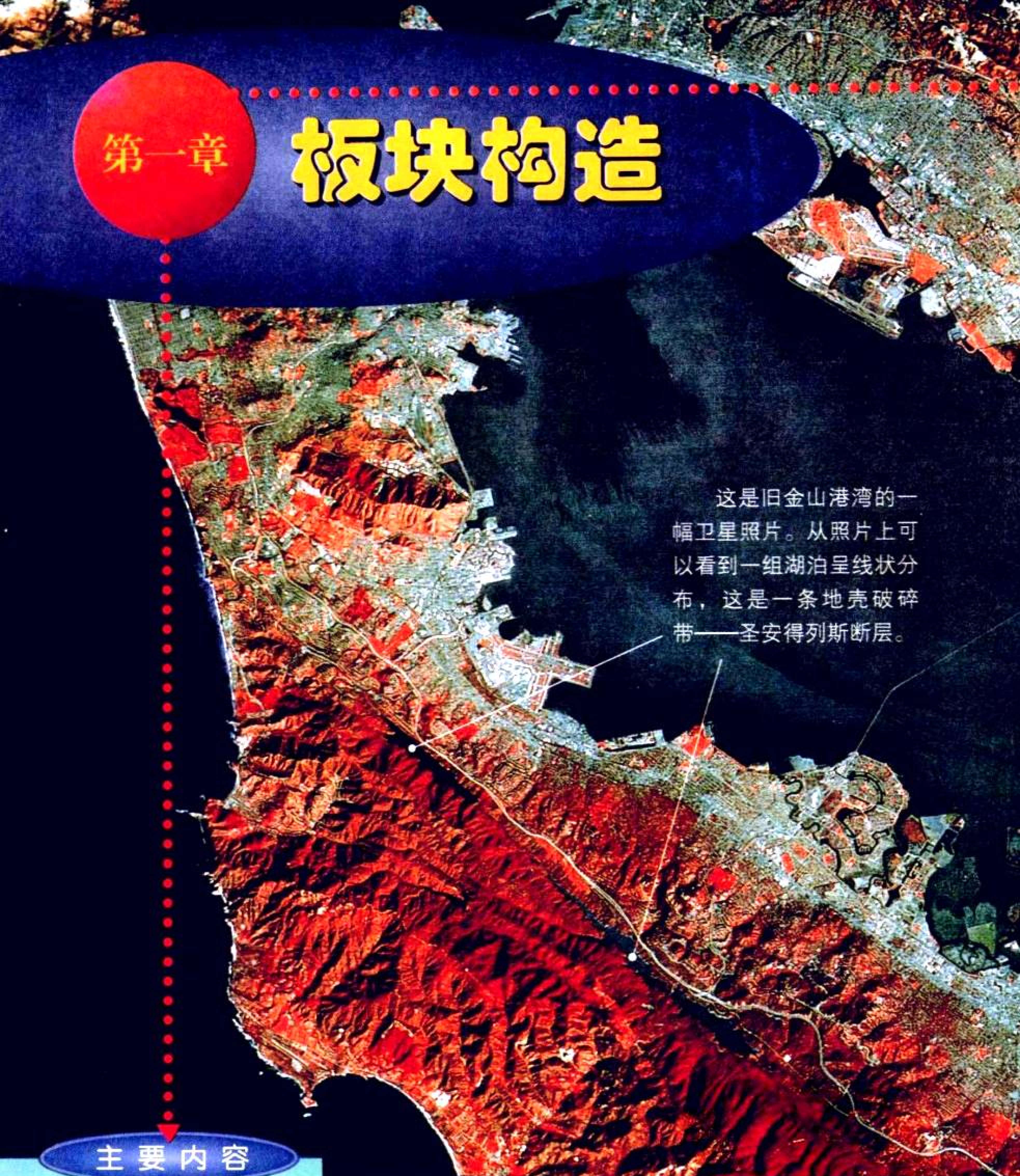
> “……地震真正的故事记录在岩石和土壤中。”

根据仪器的记录，我们可以得到很多结论，如这是一个活动断层吗？这里还会发生大地震吗？在什么时候发生？50年后，还是100年后？或者是在1000年后？

阅读 DIY

卡罗尔·普伦蒂斯的地震研究要求缜密的观察和推断。请写一段文字，描述作为一个古地震学家需要具备哪些技能。

第一章 板块构造



这是旧金山港湾的一幅卫星照片。从照片上可以看到一组湖泊呈线状分布，这是一条地壳破碎带——圣安得列斯断层。

主要内容

SECTION 1 地球的内部结构

探索 怎样探测地球的内部结构

增进技能 绘制图表

SECTION 2 与物理学的综合 地幔和地幔物质的对流循环

探索 热量怎样导致流体内部物质的运动

SECTION 3 大陆漂移

探索 各大陆是怎样连在一起的

试一试 拼图游戏

课题 1

制作地球内部结构模型

沿着加里福尼亚州圣安得列斯断层两侧，地壳正缓慢地相对移动。从这一章中，我们将了解地球内部变化引起地壳运动的原因，解释山脉等地形形成的根源。我们还将构建一个模型来模拟地球的内部结构及其对地形的影响。

课题目标 建立一个三维立体模型，既能展示地表的各种地形，又能从截面上看出地球的内部结构。

为了完成这个课题，你需要：

- 按比例制作一个地球内部圈层模型。
- 该模型至少包括三个形成地表的板块和两块大陆。
- 能演示板块挤压、分离及相互滑移的过程，并标明板块运动的方向。
- 在模型上清楚地标注所有的地形。
- 遵循附录 A 中的实验室安全守则。

课题准备 首先预习全章内容，了解地球的内部结构，开动脑筋，列出你认为能用来制作三维立体模型的材料清单，然后建立一个包括模型的草图、制作思路以及所有相关信息的档案。

检查进度 你将在学习本章内容的同时完成这个课题。为了确保课题有序地进行，请参阅以下“检查进度”栏：

第一节复习，第24页：开始设计模型，并绘制草图。
第四节复习，第39页：核对你的设计，开始制作模型。
第五节复习，第47页：完成模型的制作。

总结 在本章结束时（第51页），你将在课堂上展示制作的模型，与同学们一起讨论模型中包括了哪些地质现象。

SECTION 4 海底扩张

探索 密度的变化改变了什么
试一试 磁极反向
技能实验室 海底扩张模型

SECTION 5 板块构造理论

探索 大陆边缘为什么这么吻合
增进技能 预测
技能实验室 模拟地幔中的对流循环

SECTION 1 地球的内部结构

探索 活动

怎样探测地球的内部结构

1. 老师将提供3个密封的胶卷盒，每个盒子里都装着一件不同的东西。请你在不打开盒子的前提下，猜一猜3个盒子里各装着什么。
2. 先给每个盒子贴上一张标签条。
3. 然后通过拍、滚、摇、称重等方法，收集有关盒子内物体的证据，并记下观察结果。
4. 3个胶卷盒有什么区别？除外表外，它们还有什么相似之处？你是怎样获得这些证据的？

思考

推理 根据观察，你能猜测到盒子里都装了什么吗？你认为科学家是怎样收集有关地球内部信息的证据的？

阅读指南

- 地质学家是做哪些工作的？
- 地壳、地幔、地核各有什么特点？

阅读提示 开始阅读之前，把每一节的标题用什么、怎样或为什么的形式改写一下，并在阅读的过程中寻找这些问题的答案。

1963年11月，冰岛人目睹了一次火山爆发的整个过程。此前，人们没有发现一点征兆，突然，冰岛南部水域发出嘶嘶声，并伴有气泡冒出。很快，海底火山猛烈喷发，大量水汽和灰尘冲入空中，喷发出来的地下熔岩在地表形成了一座小岛。此后几年中，这座新火山岛增加了2.5平方千米的新土地。冰岛人称它为火神岛。



图1-1 大西洋中的火神岛。

地质科学



各种媒体都对火神岛的形成作了报道，但更多关于火山的知识还是来自地质学家。**地质学家（geologist）**专门研究形成和塑造地球的各种营力；研究地表各种**岩石（rock）**的物理化学特性，并把地表和地下发现的各种岩石标注在地质图上；描述地形以及岩石和土壤在流水、风力、波浪等的作用下的地貌特征。总之，**地质学家研究地形的形成过程和地表的演化过程**。

现代**地质学（geology）**始于18世纪后期，当时，地质学家研究地表岩石，他们认为，地形是在自然力的作用下缓慢堆积和剥蚀形成的。

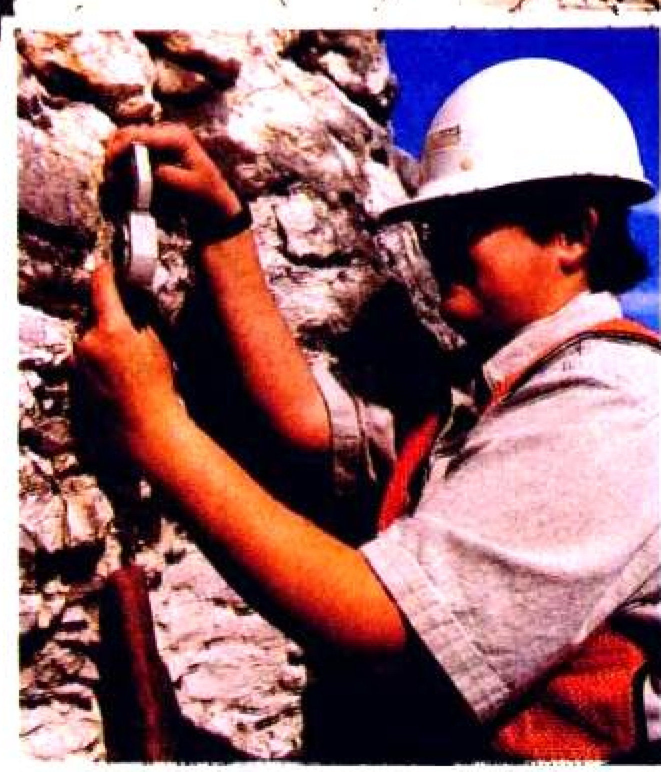


图 1–2 地质学家常常在野外工作——从山顶到山脚。

观察 *瞧！上面两幅照片中，地质学家正在做什么？*

地形变化研究 地质营力不断改造地表。在漫长的地质历史中，地壳被不断抬升、侵蚀、扭曲、断裂，因此今天的地球看起来与数百万年前截然不同了。

地质学家将地质营力分为两类：**建设营力（constructive force）**和**破坏营力（destructive force）**。建设营力塑造山脉和陆地，而破坏营力起到侵蚀作用，它侵蚀高山、平原，最终将它们夷为平地。火神岛的形成就是建设营力作用的结果，而波浪对火神岛海岸线的侵蚀则是破坏营力作用的结果。

200多年前，地质学还很年轻，当时的地质学家仅根据地球的表面来研究地球。他们知道地球是一个赤道半径大于6 000千米的球体；地球上有7块被大洋包围着的陆地，即我们现在所称的“**洲（continent）**”；他们还知道大陆是由一层一层的岩石组成的，因为这些岩层可在有些峡谷和山的两侧观察到。然而，地球已形成多少年了？地形是如何随时间的推移而变化的？为什么会有海洋，它们是怎样形成的？这些问题像谜一样困扰着地质

学家。200多年来，他们一直在努力寻找这些问题的答案。

寻找间接证据　地质学家要解决的一个最困难的问题是，地球内部到底是什么？我们知道，由于地球内部的温度非常高、压力非常大，我们不可能钻一个洞通到地心，所以，人们对地球内部的认识还很肤浅。目前，世界上最深的矿井——南非金矿，深入地下3.8千米，也只好像是给地球表面挠了个痒。我们必须深入到这个距离的1 600倍，即超过6 000千米深处，才能到达地心。

既然不能直接观察地球内部，地质学家只能寻找一些间接的证据。你曾经往墙上挂过很重的画框吗？在挂之前，应先敲一敲墙壁，看钉子钉在哪里才吃得住重。当你敲墙的时候，你会仔细倾听各处敲击声的变化。

地质学家用类似的方法来探测地球内部的结构。不过与敲墙不同，地质学家借助地震产生的**地震波**（**seismic wave**）。他们将地震波记录下来，通过研究地震波的传播速度和路径来揭示地球内部的结构：地球内部由几个圈层构成，它们一层包一层，就像洋葱一样。

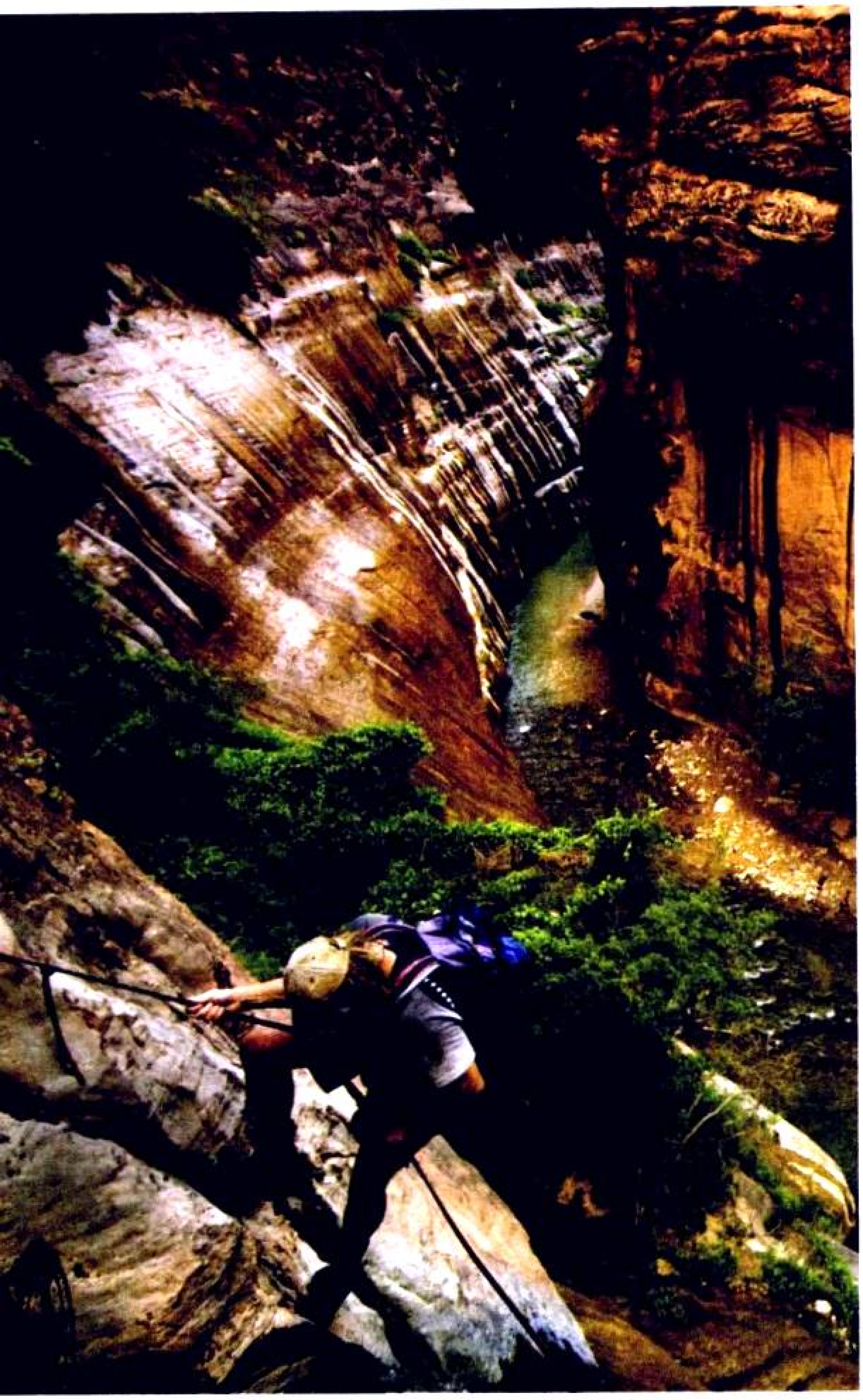


图 1-3　美国锡安国家公园中的这个峡谷看似很深，但即使是这样深邃的峡谷也不过是地表的一个小刻痕而已。

☑ 想一想　***地质学家运用哪种间接方法来探测地球内部的结构？***

地心旅行

如果你能穿过地球的各个圈层到达地心，那将是怎样的一次旅行？首先，你需要一辆能穿透坚硬岩石的车子，这辆车上还应装有各种能在下降过程中时刻记录各点的温度和压力的仪器。

温度　当你的车子开始往下钻入岩石，你也许希望周围的岩石温度低一些。事实上，地表的岩石确实是冷的，但当下到20米深后，车上的仪器会告诉你温度在升高，此后每下降40米，温度升高1°C。这种状态将一直持续几千米深，然后温度上升的速率变慢，直到稳定不变。

压力　在通向地心的旅程中，你会看到周围岩石压力的变化。**压力（pressure）**是作用在物体表面的一种力。下降得越深，上覆岩石的重力就越大，压力也就越大。

通向地心的旅程将穿过不同的圈层。**组成地球的三个主要圈层是：地壳、地幔和地核，每层的物质组成、温度、压力都不同。**你可在第 22~23 页的“探索地球内部”中了解这些圈层。

语言艺术 链接

1864 年，儒勒·凡尔纳发表了一本有关地心旅行的科幻小说，当时科学家对地球内部结构的了解几乎为零，人们不知道地球是实心的还是空心的，是热的还是冷的，只能依赖于丰富的想像力。凡尔纳的小说《地心旅行》描述了一次探索空心地球的科学探险活动。探险家沿着洞穴和地下隧道来到一个奇怪的大海边，那儿的天空中高悬着一个微型太阳。

阅读 DIY

把你想像的地心旅行中最令人激动的部分写下来。

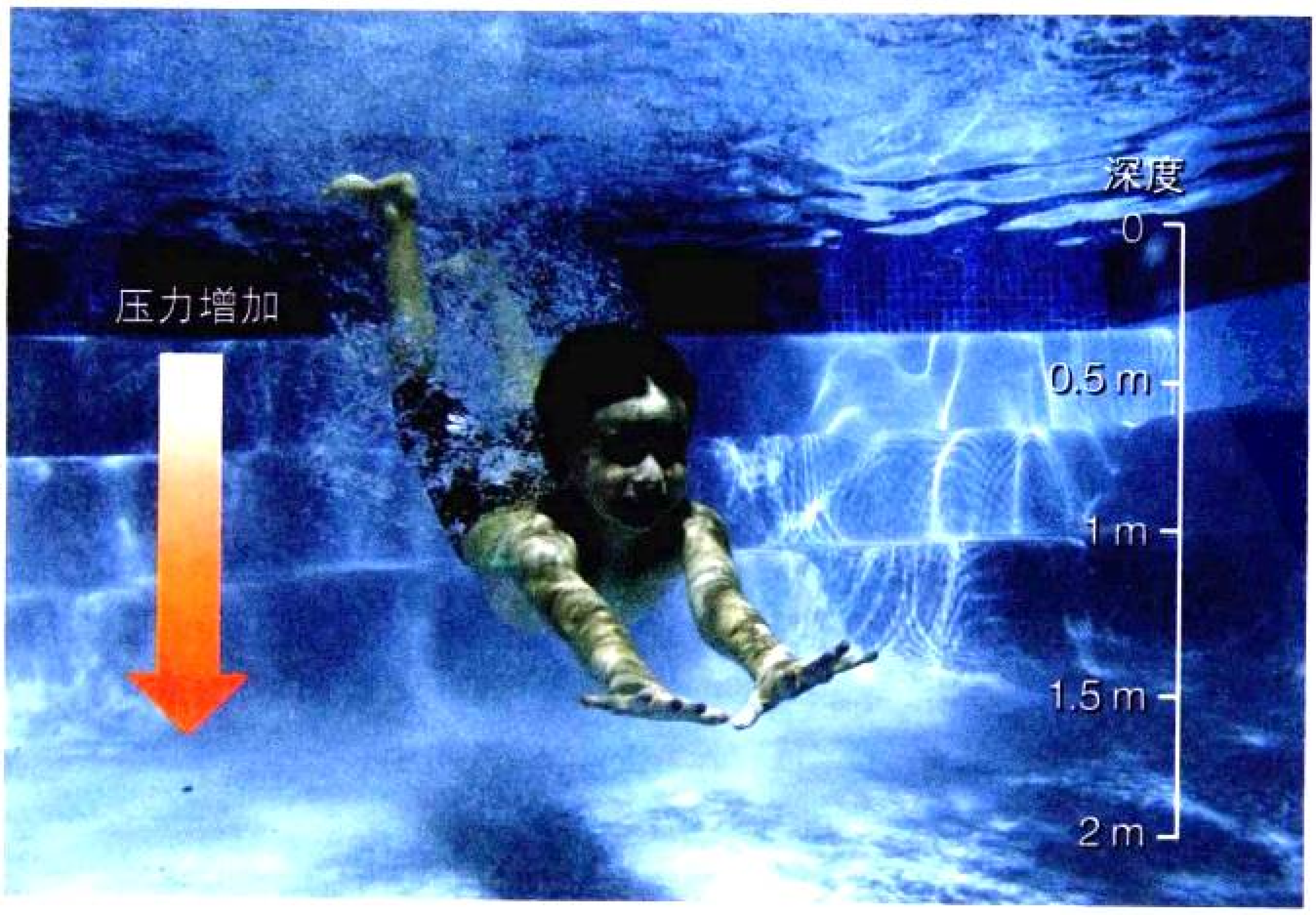


图 1-4　这个游泳者潜入水下越深，受到周围水的压力就越大。

比较与对比　游泳池中的水与地球内部有什么异同？





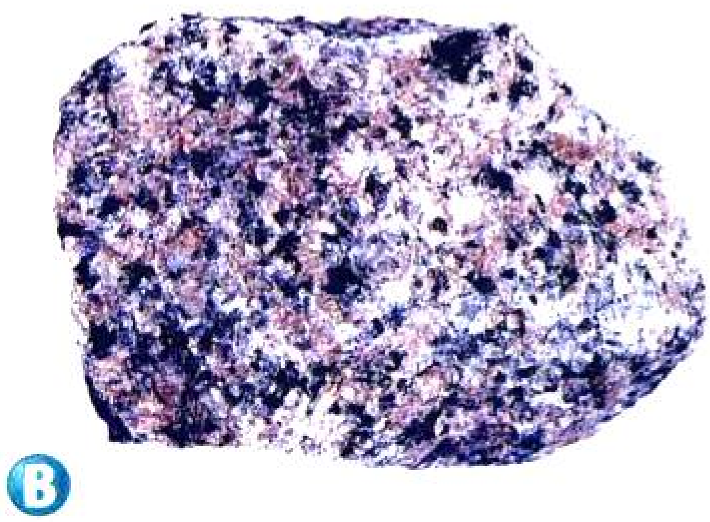


图 1-5 地壳中两种最普通的岩石：玄武岩和花岗岩。

A. 组成洋壳的深色的玄武岩。

B. 组成陆壳的浅色的花岗岩。

地壳

地心旅行将从**地壳**（**crust**）开始。地壳是地球的“皮肤”，它由岩石组成。人们可以看到的地壳是一些裸露在地表的岩石和山脉，还有一些地壳被土壤和大面积的水域覆盖。

与下面的圈层相比，地壳很薄，就像洋葱表面的纸状表皮。地壳包括大陆地壳和大洋地壳，大洋地壳最薄，高山下的地壳最厚，地壳的厚度是5~40千米不等。

大洋地壳简称洋壳，洋壳主要由如玄武岩这类密度大的岩石组成。**玄武岩**（**basalt**）呈黑色，密度大，结构致密。大陆地壳，即陆壳，主要由如花岗岩这类密度小的岩石组成。**花岗岩**（**granite**）的晶体粗大，但密度小于玄武岩，颜色通常较浅。

地幔

如果你穿过地壳继续向地心旅行，在地表以下5~40千米深处，你将穿过一条界线，界线之上是由玄武岩和花岗岩组成的地壳，之下是温度较高的**地幔**（**mantle**）层。

上地幔的顶部和地壳顶部很相似，它们共同组成**岩石圈**（**lithosphere**）。在希腊语中，lithos的意思是“石头”。岩石圈的平均厚度是100千米。

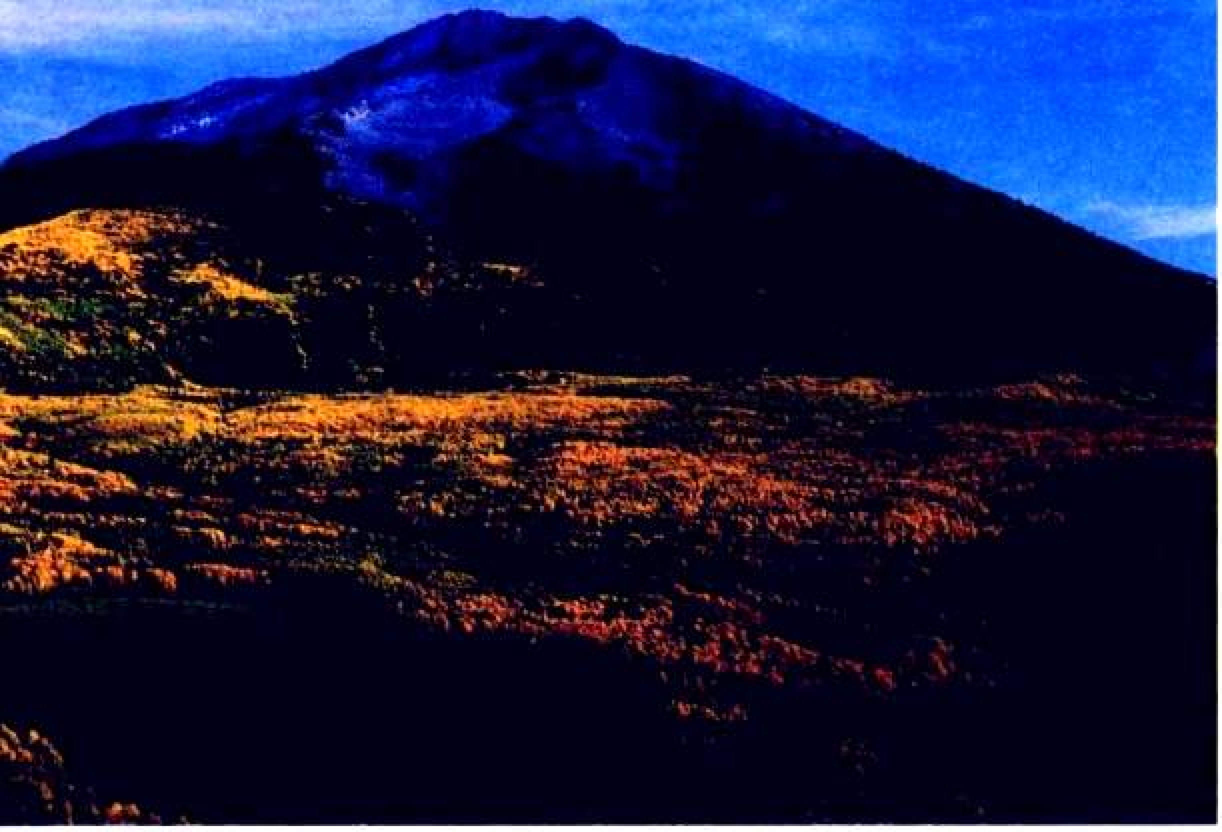


图 1-6 地壳上有许多山峰，如图是科罗拉多州的洛基山脉。还有一部分地壳被土壤和植被覆盖。

岩石圈以下的地幔物质温度更高、压力更大。在这一层中，温度和压力仍随深度的增加而升高和加大，因此，地幔层不像岩石圈那么坚硬，而是随深度的增加逐渐变软，就像马路上被太阳暴晒后的沥青一样，具有可塑性。因此，这一层地幔物质叫做**软流圈（asthenosphere）**。在希腊语中，asthenes 是"软弱"的意思。软流圈的物质是缓慢流动着的。不过，尽管如此，软流圈的地幔物质还是属于固体。

软流圈以下是固态的下地幔。也就是说，在地幔中，上面是坚硬的岩石圈，下面是一直延伸到地核的固态物质。地幔的厚度接近3 000千米。

想一想 ***软流圈与岩石圈的物质组成有什么区别？***

地核

穿过地幔就到达地核。地核由两部分组成：液态的**外地核（outer core）**和固态的**内地核（inner core）**，这两部分都是由铁和镍组成。外地核呈熔融状态，包围着内地核。尽管外地核内压力很大，但它是黏稠的液体。而内地核的极大压力把铁原子和镍原子挤到一起，成为固态金属球，所以内地核不可能扩散开来，或变成液体。

外地核和内地核的质量占地球质量的 $\frac{1}{3}$，但体积只占地球的15%，地核的体积比月球略小一点。

增进技能

绘制图表

活动

假设你发明了一辆极其耐压的超级汽车，并开始穿越地球的旅行。请用安装在汽车外壳上的仪器收集有关数据，看看不同深度的压力有什么规律。参考第22~23页的"探索地球内部"，把下表复制下来，并填空。

深度	圈层名称	圈层组成
20 km		
150 km		
2 000 km		
4 000 km		
6 000 km		

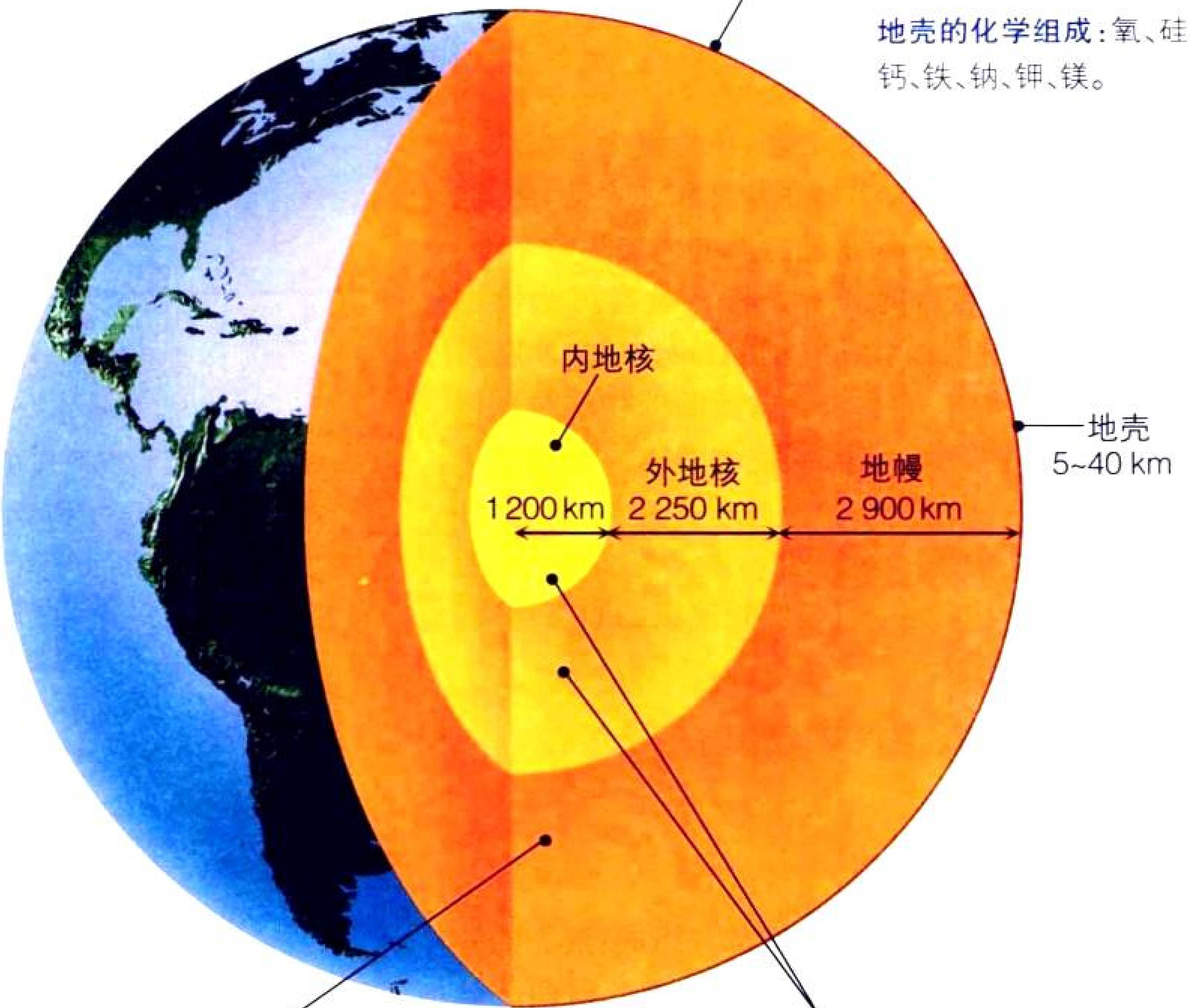
探索 地球内部

地球内部可分为地壳、地幔、外地核和内地核四层。虽然地壳看起来很稳定，但如果受到地球内部极高热量的影响，地壳将慢慢变形。

地壳

地壳是地球的坚硬外壳，包括大陆地壳和大洋地壳，平均厚度是 32 km。根据如图的比例，地壳还不及一条线宽。

地壳的化学组成：氧、硅、铝、钙、铁、钠、钾、镁。



地核

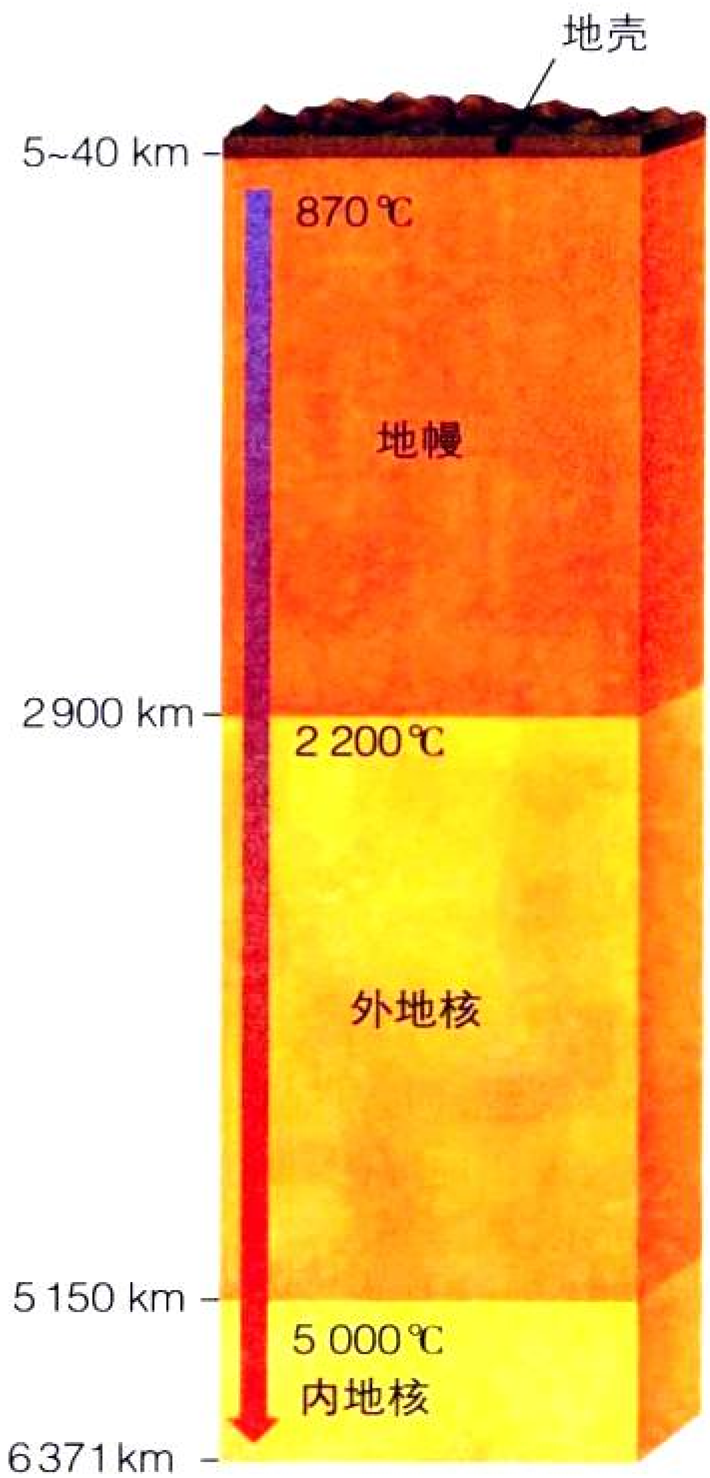
科学家推测外地核和内地核的温度在 2 000~5 000 ℃之间。如果推测准确，那么地核温度与太阳表面的温度差不多。

地核的化学组成：铁、镍。

地幔

穿过地幔的距离几乎占地心旅程的一半。地幔的化学组成变化不大，但随着深度的增加，温度、压力的变化较显著。

地幔的化学组成：硅、氧、铁、镁。

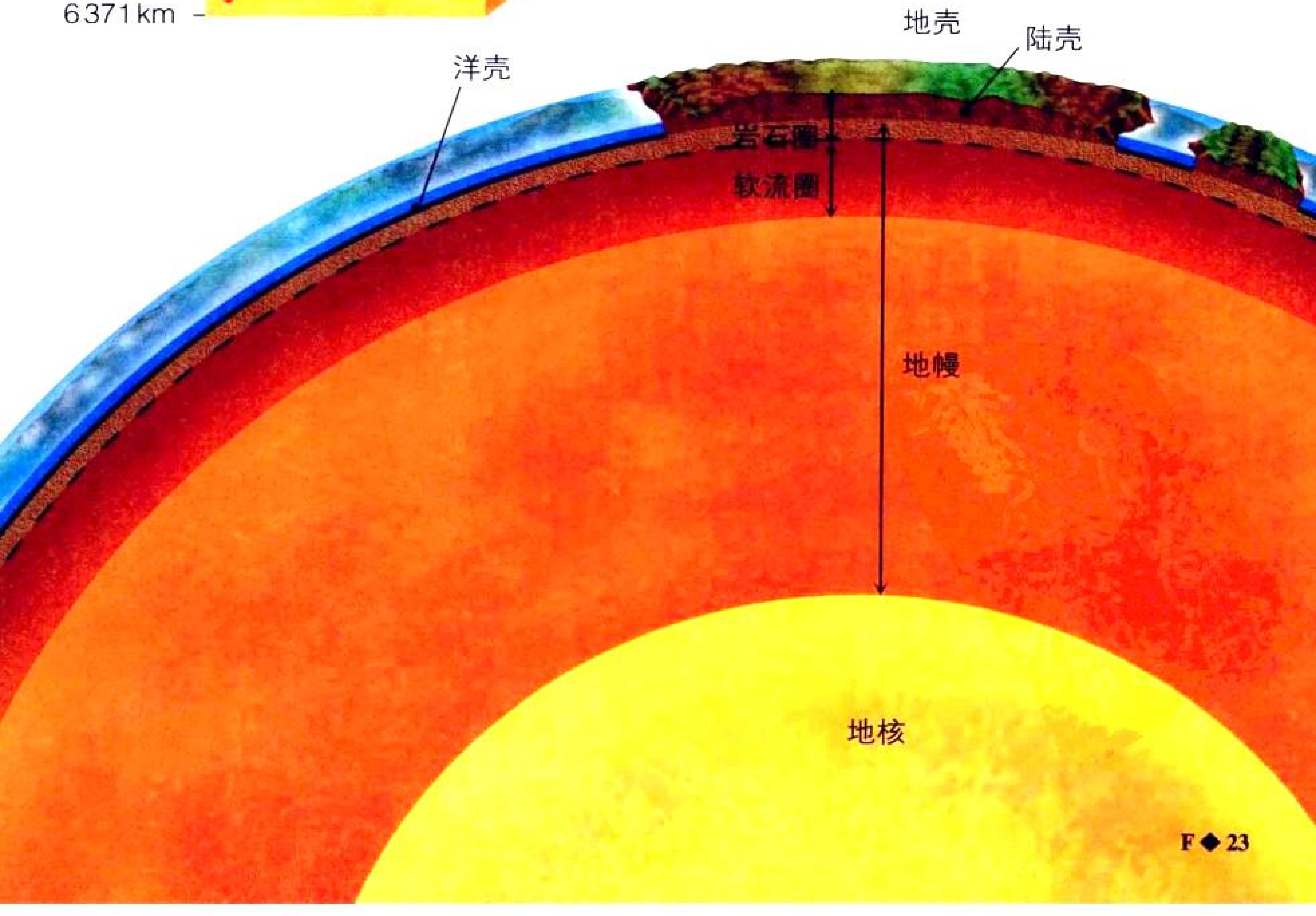


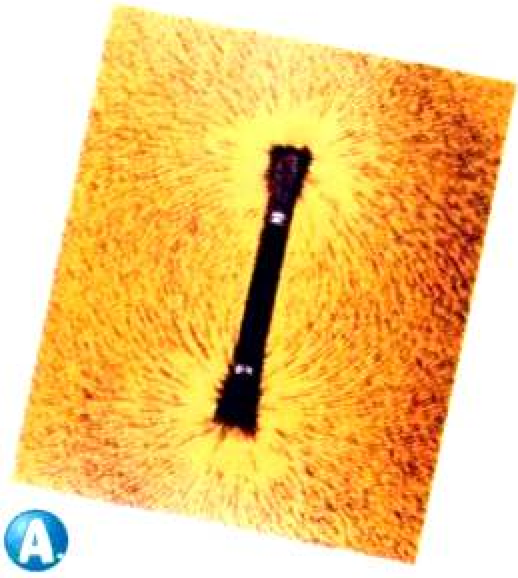
◀ **地球截面**

从地表到地心，地球各圈层的温度、压力、物质组成都发生变化。请注意温度是如何随深度的增加而升高的。

▼ **从地壳到地幔**

刚性的地壳与地幔上部一起漂浮在软流圈之上。请估计一下，图中这块主要由花岗岩组成的陆壳厚度是主要由玄武岩组成的洋壳厚度的多少倍？





A.

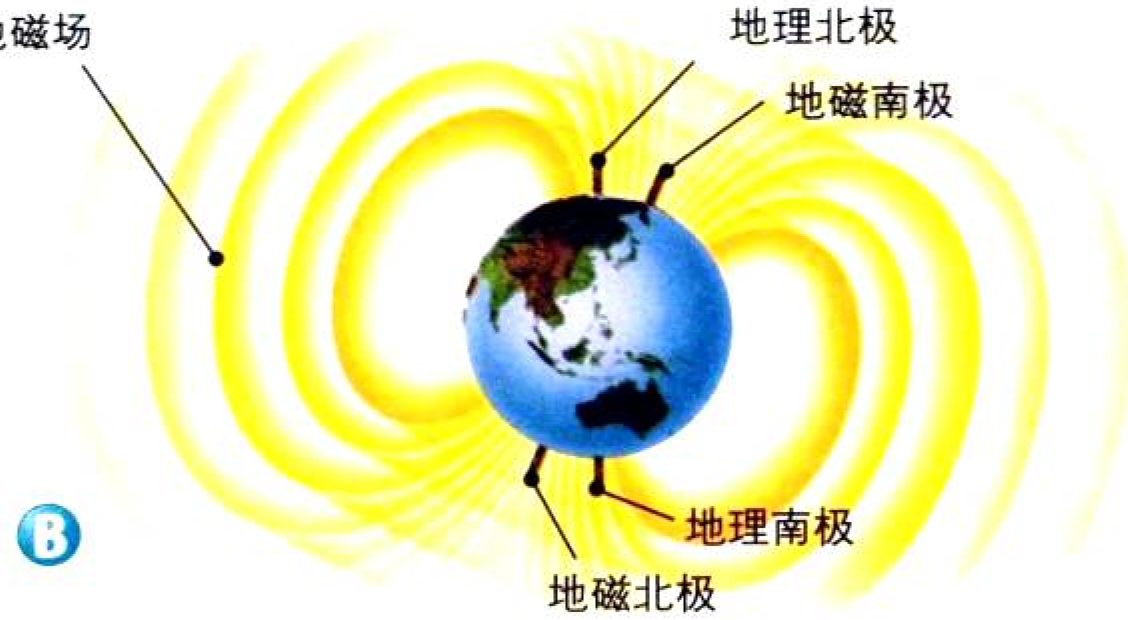


图 1-7 **A.** 在纸下放一条磁棒，纸上洒一些铁屑，如图所示是磁场中铁屑的排列形状。
B. 跟磁铁一样，地磁场也有南北极。

因果推断 *如果移动磁棒，铁屑将怎样移动?*

地磁场

与物理学的综合 外地核呈熔融状态的物质流动导致内核旋转，而内地核就像行星内部的一个小星体，它旋转的速度比地球的其他部分略快，从而形成地磁场。如图1-7所示，地磁场覆盖整个地球。指南针的指向与地磁场的磁感线方向一致，指南针指向地磁南极。

如果将一根普通磁铁放在纸的下面，然后在纸上洒一些铁屑，那么铁屑就在纸上有规律地排列起来。类似地，假如你在地球上洒满铁屑，那么这些铁屑也会排列成相似的形状。

第一节复习

1. 地质学家研究有关地球哪两个方面的问题?
2. 地球由哪些圈层组成? 用一句话描述出来。
3. 形成地磁场的原因是什么? 它是在哪个圈层形成的? 这个圈层有什么特点?
4. **理性思维** **比较与对比** 地幔与地核有哪些异同? 并加以说明。

课题 1

检查进度

请画出三维立体模型的草图，并按比例确定各圈层的厚度。你将怎样表示地球表层和内部的特征? 用什么材料来做这个模型? 多找几种材料，试一试用哪种材料最好。

SECTION 2 地幔和地幔物质的对流循环

探索 活动

热量怎样导致液体内部物质的运动



1. 小心地在盘子里倒一些热水，往透明塑料杯中倒半杯凉水，把杯子放在盘子上。
2. 等2分钟，直到水静止。
3. 用塑料滴管吸一些食物色素，然后在杯子上方，稍微离开杯壁处向杯中滴一滴食物色素。
4. 观察杯中的水1分钟。
5. 再在杯子中央滴一滴食物色素，继续观察发生的现象。

思考

推理 滴入水中的食物色素会发生什么变化？怎样解释这一变化？为什么第一滴食物色素扩散的方式与第二滴不同？

熔融状态的外地核的温度几乎与太阳表面的温度相同。热量对地幔有什么影响？为了解释这个问题，你必须了解热量在固体和液体中是怎样传递的。如果你的手曾不慎碰到滚烫的水壶，那么你就体验到了热传递的效果。在这个例子中，热量从水壶传到你的手上。这种热量从高温物体传到低温物体的现象叫**热传递（heat transfer）**。

热量总是从高温物体传递到低温物体。例如，当你把冰块放在手上时，你的手马上就感到冷。是冰的热量传到了你的手上？不，恰恰相反，是热量从你的手上传给了冰块。**热量的传递方式有三种：辐射、传导、对流。**

阅读指南

- 热是怎样传递的？
- 产生对流的原因是什么？

阅读提示 在阅读时，把热的三种传递方式画成图表，包括关于对流的理解。

辐射

热量在空中传递的方式是**辐射（radiation）**，辐射发生在热源与物体没有直接接触的情况下。太阳给地表送来的热量，就是通过辐射的方式传递的。类似的例子还有很多，比如在火堆旁或炉膛口，你感觉到的热量也是通过辐射传递的。



图 1-8　物体被加热后，物体间通过分子的直接接触传递热量。图中调羹和锅子就是这样被加热的。

传导

通过物质直接接触传递热量的方式称为**传导(conduction)**。如果把调羹放到汤锅中，热量从锅子和汤传给调羹底部的分子，调羹底部的分子被加热以后振动加快，带动其周围分子快速振动，使它们也变热，如此反复，渐渐地整个调羹都被加热了。当你的手碰到调羹时，热量直接从调羹传到你的手上，于是你就感到烫手。如图1-8。

对流

传导能使调羹变热，但锅里的汤是怎么变热的呢？在液体、气体这些流体内部发生的热传递叫**对流(convection)**。对流是通过液体或气体的运动来传递热量的。在对流过程中，受热的流体分子开始运动，把热量从一个地方送到另一个地方。

对流是由于流体内温度和密度的差异引起的。**密度(density)**是单位体积内物质的质量。例如，岩石比水重，是由于相同体积的岩石比水含有更多的物质。



图 1-9　图中接近锅底的汤比较热，密度较小；锅表面的汤温度较低，密度较大。温度和密度的不同是发生对流循环的原因。

当液体或气体被加热时，液体或气体分子加速运动。分子运动得快，就向外扩散，因此占据更大的空间，密度就减小。相反，温度下降，分子运动减速，分子之间相互靠拢，密度就增大。

如图1-9，把汤放在炉子上加热，我们可以观察到对流现象。当锅底的汤受热后膨胀，于是密度减小，密度小的热汤向上运动，浮在密度较大的冷汤上面；而上升到锅子表面的热汤散开后，温度降低，于是密度增大，在重力的作用下又向下运动，回到锅底，继续受热。

热汤上浮，冷汤下沉，又开始新一轮的循环流动，这就是流体内**对流循环(convection current)**传递热量的过程。**流体内温度、密度的变化以及重力**

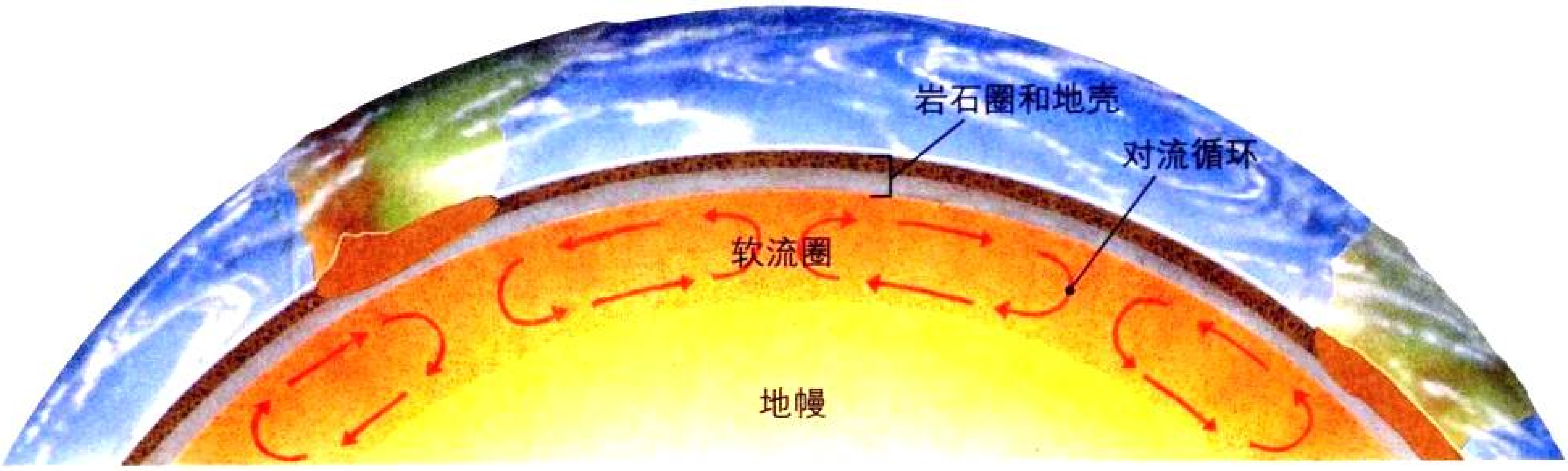


图 1-10　来自地幔和地核的热量使软流圈物质产生对流循环。一些地质学家认为，对流运动一直延伸到整个地幔。

应用概念　*地球内部的哪一部分类似图 1-9 中锅子里的汤？哪一部分类似炉子？*

的作用导致对流循环。只要继续加热，对流循环就不会停止。而一旦停止加热，当流体内各部分的温度相同时，对流循环就停止了。

☑ *想一想*　***什么叫对流?***

地幔对流

与锅子里的汤一样，地幔中也存在对流循环。如图 1-10，你知道软流圈中的物质是如何对流的吗？软流圈的热量来自地核和地幔本身。地幔中热的物质在软流圈中上升，直至顶部，扩散并挤开比较冷的物质；而较冷物质由于密度大而下沉，回到软流圈底部，于是形成对流循环。地幔的这种对流循环在地球内部已经进行4亿年了！

第二节复习

1. 热传递的方式有哪三种？
2. 对流循环是怎么形成的？
3. 一般而言，液体或气体被加热后，密度将发生什么变化？
4. 当流体的温度达成一致时，对流循环将会怎样？
5. **理性思维**　预测　如果有一天，地核的温度下降了，地幔中熔融物质的对流循环还会继续吗？为什么？

身边的科学

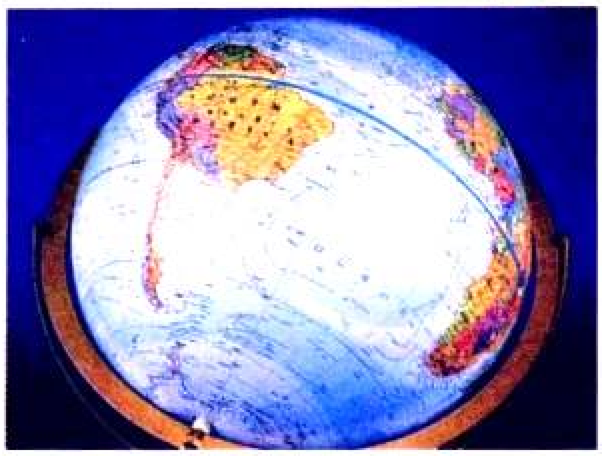
对流循环可调节室温。空气具有流动性，无论你采用哪一种取暖方式，通过空气对流，整个房间都会变暖。你也许想打开窗户，换换室内的空气，这时你运用了对流的原理。与你的家人一起仔细探讨你家是怎样取暖的，请找出对流循环的证据。

3 大陆漂移

探索 **活动**

各大陆是怎样连在一起的

1. 在地球仪上找出七大洲和五大洋。
2. 地表被太平洋覆盖的面积有多大？大部分“干地”是集中分布在北半球还是南半球？
3. 找出大部分大陆的连接点，或者大陆之间似连非连的地点。
4. 仔细观察地球仪，沿着南、北美洲西侧，从北到南找出高山分布带。你还能找出另一条吗？



思考

提出问题 大洋、陆地、山脉在地表是如何分布的？你想到过这个问题吗？

阅读指南

- 什么叫大陆漂移？
- 为什么阿尔弗雷德·魏格纳的大陆漂移理论没有被当时的大多数科学家接受？

阅读提示 在阅读过程中，列出支持大陆漂移理论的证据。

500年前，根据哥伦布等人的航海资料而绘制的世界地图与原先已大相径庭了，此前的地图绘制者只知道欧洲大陆、亚洲大陆、非洲大陆，后来人们才发现了南、北美洲。面对一张世界地图，许多人会问：为什么有的大陆海岸线会这么吻合？

图1-11是一张当今世界地图。从图中我们可以看到，非洲西海岸与南美东海岸可以像拼图玩具一样拼起来。这两块大陆曾经连在一起吗？早在18世纪，早期的地质学家认为，大陆的位置是固定不变的。到20世纪初期，有一位科学家开始用一种全新的方法研究这个问题，他的理论彻底改变了人们对地球的认识。

胡安·韦斯普奇于1526年绘制的世界地图。▶



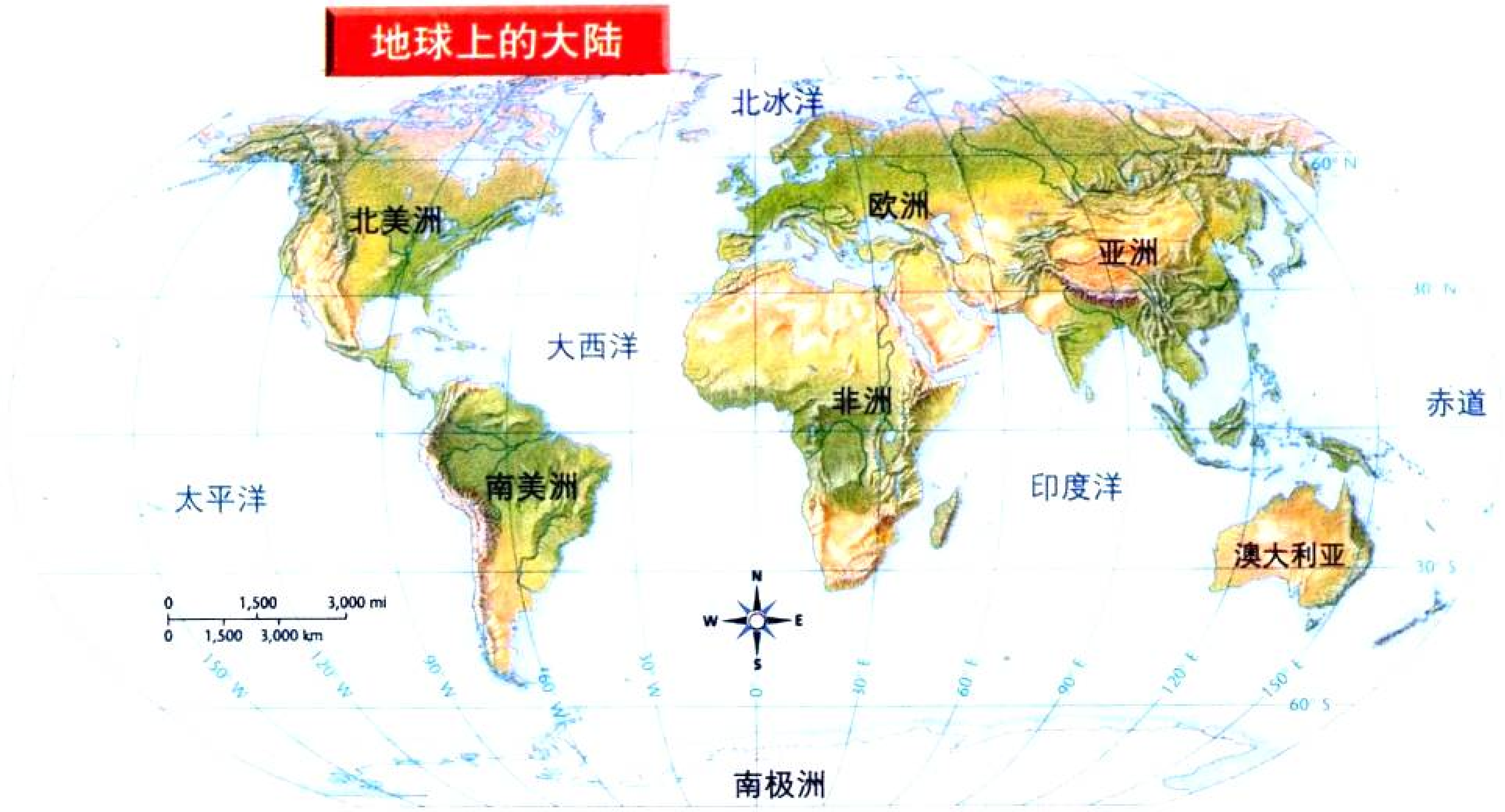


图 1-11 今天的大陆形状提供了许多研究地球演变的线索。

观察 *哪些大陆可以像拼图玩具一样拼起来?*

大陆漂移理论

1910年，德国年轻的科学家阿尔弗雷德·魏格纳对大陆之间的位置关系产生了好奇，他提出一个假说——“大陆是移动的”！也就是说，**所有大陆曾经连成一片，而后经过分裂、漂移，直至成为现在的样子。**

阿尔弗雷德·魏格纳称这块超级大陆为**泛古陆(Pangaea)**，意思是“所有的大陆”。根据阿尔弗雷德·魏格纳的观点，泛古陆形成于3亿年前，也就是爬行动物和有翅昆虫开始出现的时候。当时，地球上大部分区域被热带森林覆盖，这些森林最终演变成埋于地下的煤。

大约1 000万年以后，泛古陆开始解体，每块大陆朝着它现在的位置移动，直至移到今天的位置。这就是魏格纳的**大陆漂移学说(continental drift)**。

你曾劝说你的朋友接受一个新观点吗？除非你提供确凿的证据，否则他是不会轻易接受的。阿尔弗雷德·魏格纳为了证明自己的观点，专门收集了各门学科的证据。他研究地形、化石以及数百万年来的气候变化，并把这些证据收集在《大陆和海洋的起源》一书中，该书于1915年出版。



图 1–12 阿尔弗雷德·魏格纳用各种证据证明了所有大陆曾经连在一起，这块超级大陆叫泛古陆。

推论 *根据阿尔弗雷德·魏格纳的理论，非洲和南美洲存在相似山系的事实说明了什么？*

地形证据 山脉也为大陆漂移理论提供了证据。当阿尔弗雷德·魏格纳在地图上把非洲和南美洲拼到一起时，他发现了一个非常奇怪的事实：南非有一条从东到西走向的山脉可以跟阿根廷境内的一座山对接起来；而在北美可以找到与位于欧洲的煤田对应的煤田。阿尔弗雷德·魏格纳利用报纸来作比喻，如果两张报纸纸片上的文字能吻合，那么它们肯定是从一张报纸上撕下来的。

化石证据 阿尔弗雷德·魏格纳还利用化石来证明他的观点。**化石（fossil）**是保存在岩石中的古代生物的遗体或遗迹。舌羊齿是2.5亿年前的一种蕨类植物，如图1–13所示。在非洲、南美洲、澳大利亚、印度和南极洲都发现了舌羊齿化石，舌羊齿分布在这样广大的区域内，阿尔弗雷德·魏格纳由此确信这些大陆曾是一个整体。

图 1–13 舌羊齿化石在南半球的各大陆和印度均有发现。



与生活科学的综合 舌羊齿的孢子体不可能跨越大洋进行远距离迁移，因为一方面它的"种子"太大，不能随风飘移；另一方面它容易破碎，不可能漂洋过海。那么舌羊齿为什么能在这样广阔的区域内生长呢？阿尔弗雷德·魏格纳由此推断，这些大陆在当时曾连成一个超级古陆。

气候证据 阿尔弗雷德·魏格纳还运用气候变化的证据来证明他的理论。斯匹次卑尔根岛现在位于挪威以北的北冰洋北部，岛上常年被冰雪覆盖，属于极地气候类型，但人们在那儿发现了热带植物化石。阿尔弗雷德·魏格纳认为，3亿年前，这些植物生活的地方肯定位于赤道附近，气候温暖湿润。在该岛以南数千千米的地方，地质学家也找到了一些证据，即在南非发现了冰川擦痕。这些冰川擦痕表明，南非当时曾被大陆冰川覆盖，厚厚的冰层覆盖了几千平方千米。但是现在的非洲大陆气候炎热，根本不可能形成冰川。阿尔弗雷德·魏格纳由此得出结论，在泛古陆存在时期，非洲大陆靠近南极。

阿尔弗雷德·魏格纳认为，地球上各纬度的气候特征是不变的，然而，大陆的位置却在不断改变。当大陆飘向赤道时，它的气候就变暖；飘向极地时，它的气候就变冷。而大陆在漂移时，把在原来位置上形成的化石和岩石一起带走了。这些线索足以证明大陆曾经发生过漂移。

想一想 ***阿尔弗雷德·魏格纳用以证明大陆漂移理论的证据有哪三种？***

试一试

拼图游戏 活动

这个拼图游戏可以揭示大陆漂移学说的原理。

1. 与一位伙伴一起玩，每人拿一张报纸。
2. 把你的报纸撕成6~8片，再与你的同伴交换报纸碎片。
3. 把这些报纸拼回原样。

模型制作 你是根据什么把这些纸片拼起来的？报纸碎片可以作为你制作大陆漂移模型的材料吗？



图1-14 阿尔弗雷德·魏格纳认为岩石上的擦痕也可以作为大陆漂移理论的证据。照片上这些位于温暖地区的冰川擦痕表明这里曾经非常寒冷，位于极地附近。

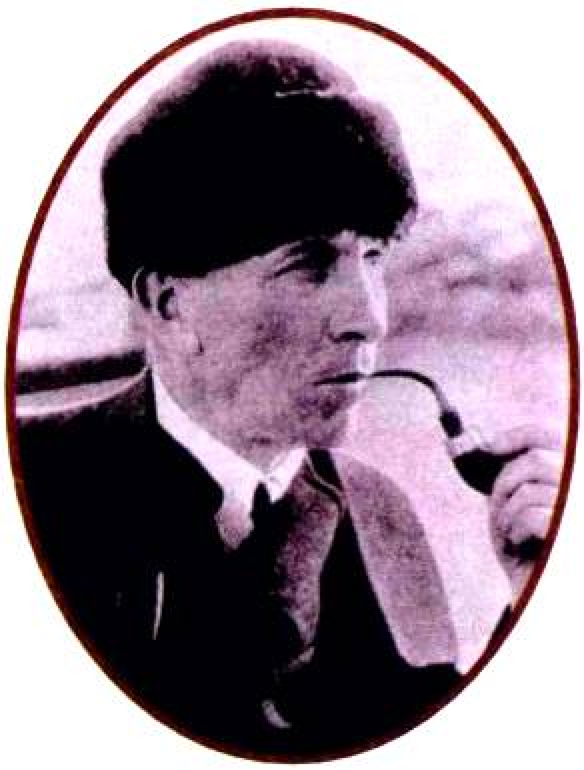


图 1-15 虽然当时的科学家不接受阿尔弗雷德·魏格纳的大陆漂移学说，但魏格纳仍然继续收集有关证据，并不断修改他的理论。1930 年，阿尔弗雷德·魏格纳在格陵兰岛上考察大陆冰川时遇难。

当时的科学家不接受魏格纳的理论

阿尔弗雷德·魏格纳不仅提出了大陆漂移理论，他还试图解释大陆漂移的原理和山脉形成的过程。阿尔弗雷德·魏格纳认为，当两块大陆相互碰撞时，它们的边缘就被挤压、抬升，然后一块巨大的岩石缓慢被抬升而形成山脉。

遗憾的是，阿尔弗雷德·魏格纳并没能对大陆漂移理论的动力来源做出令人满意的解释。由于阿尔弗雷德·魏格纳没能找到导致大陆漂移的原因，因此当时很多科学家都不接受他的观点，他们需要更新的解释。

在20世纪初期，许多地质学家认为，地球正在变冷、收缩，像干苹果皮一样，于是在地球收缩的过程中，岩石突出地面而形成山脉。但阿尔弗雷德·魏格纳认为，如果“干苹果”假说正确，那么山脉在地球的任何地方都有可能形成，而不是仅仅分布在大陆边缘的狭窄地带。因此只有魏格纳的理论才能解释这一现象。

此后，从1920年到1960年的近半个世纪里，大陆漂移理论几乎无人问津。直到一些新的证据被发现之后，科学家才重新考虑魏格纳的大胆猜想。

第三节复习

1. 阿尔弗雷德·魏格纳的大陆漂移理论的内容是什么？
2. 阿尔弗雷德·魏格纳怎样利用化石来证明大陆曾经发生过漂移？
3. 科学家不接受魏格纳的大陆漂移学说的主要原因是什么？
4. **理性思维　推论**　南极洲冰盖下也存在煤矿，而事实上煤都形成于温暖的沼泽环境里。请运用魏格纳的理论解释，在距离极地如此近的地方，煤矿是怎么形成的。

身边的科学

如图 1-11，把大西洋两边的大陆用描图纸描下来，标上号，沿着南美洲、北美洲、格陵兰群岛的东部边缘剪开。然后再沿着非洲、欧洲（包括不列颠诸岛）的西部边缘剪开，移走大西洋，把这两块纸片放在暗色台面上。请你的家人把这两块纸片拼起来，并向他们介绍泛古陆和它的由来。

SECTION 4 海底扩张

探 索 **活 动**

密度的变化改变了什么

1. 在水槽或托盘中装一些水。
2. 把一块干布摊在手上。你感觉是轻还是重?
3. 把干布的一边浸湿,然后让它轻轻地漂在水面上。当它开始下沉时,仔细观察这块布,尤其是它的边缘部分。
4. 把布取出来,摊在手上。这时你觉得它是变重了,还是变轻了?

思考

观察 布的密度是怎样变化的?这种变化对布有什么影响?

在大洋深处,有很多地方的温度接近零摄氏度,也没有光线,活的生物很少,而有些地方却充满生机,位于墨西哥和南美洲海岸以西的东太平洋隆起就是一例。那里的海水沉入地壳裂缝中,与熔融的地幔物质接触,被加热后又回到大洋中。

在这些热水喷出口的周围,人们发现了一些很奇怪的生物,如巨大的、顶端呈红色的管状蠕虫在水中摇弋,附近的巨蛤有1米宽,螃蟹就像蜘蛛一样警觉地快速爬行。这一奇怪的地质现象为魏格纳的大陆漂移理论提供了证据。

阅读指南

- 海底扩张的过程是什么?
- 大洋底部的海沟深处有什么现象?

阅读提示 开始阅读前,先浏览一下本节标题,并在阅读过程中找出它们的含义。

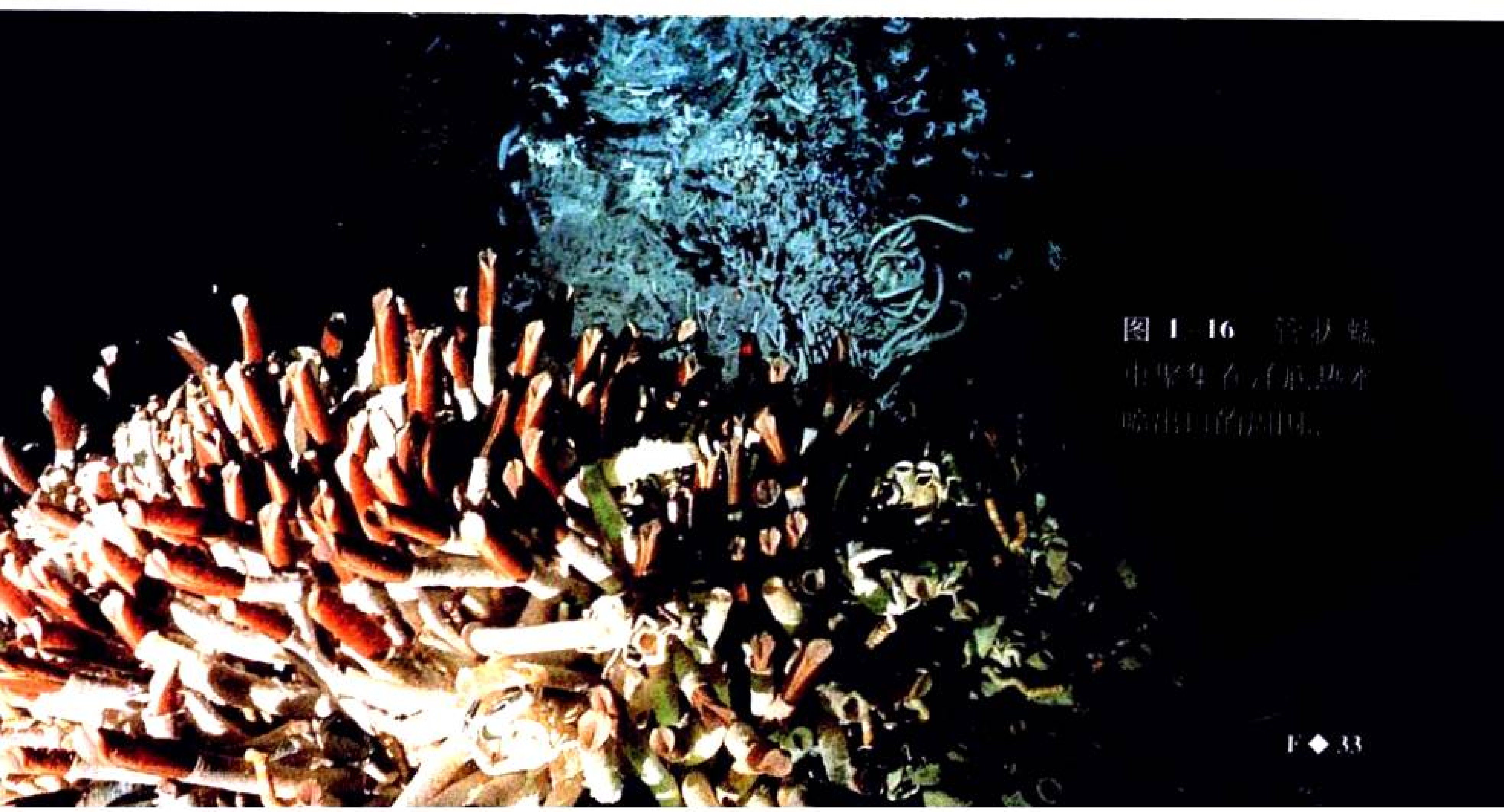


图 1-16 管状蠕虫聚集在海底热水喷出口的周围。

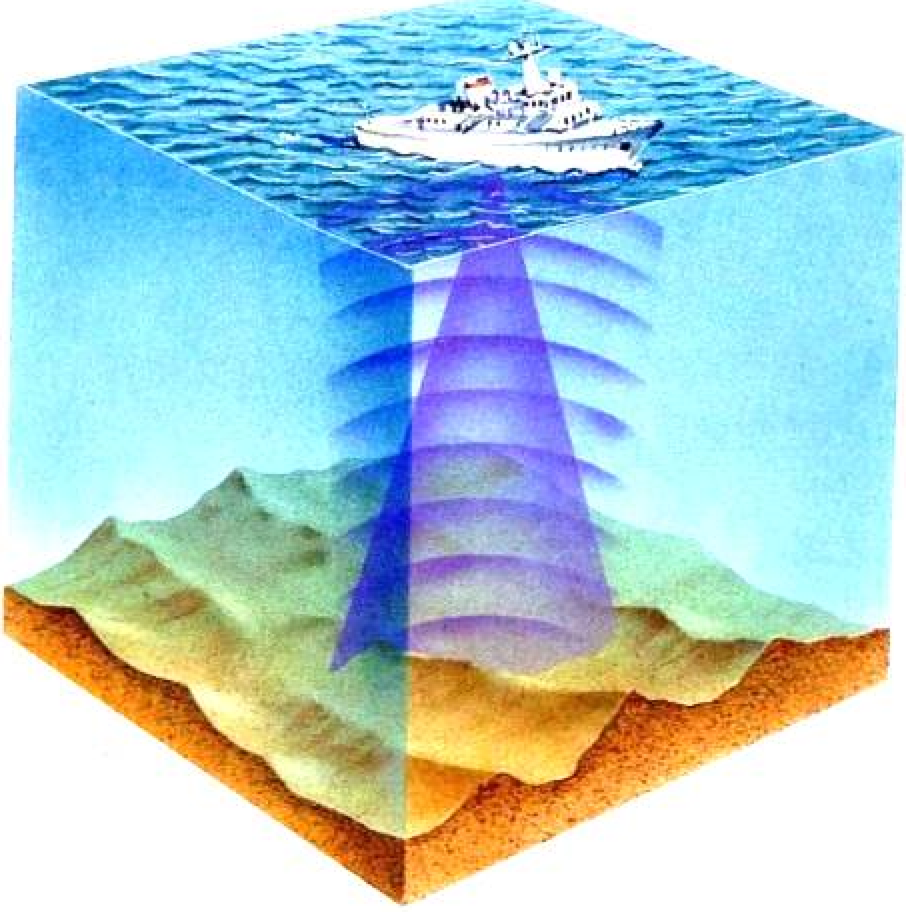


图 1-17　科学家运用声纳探测大洋底部。

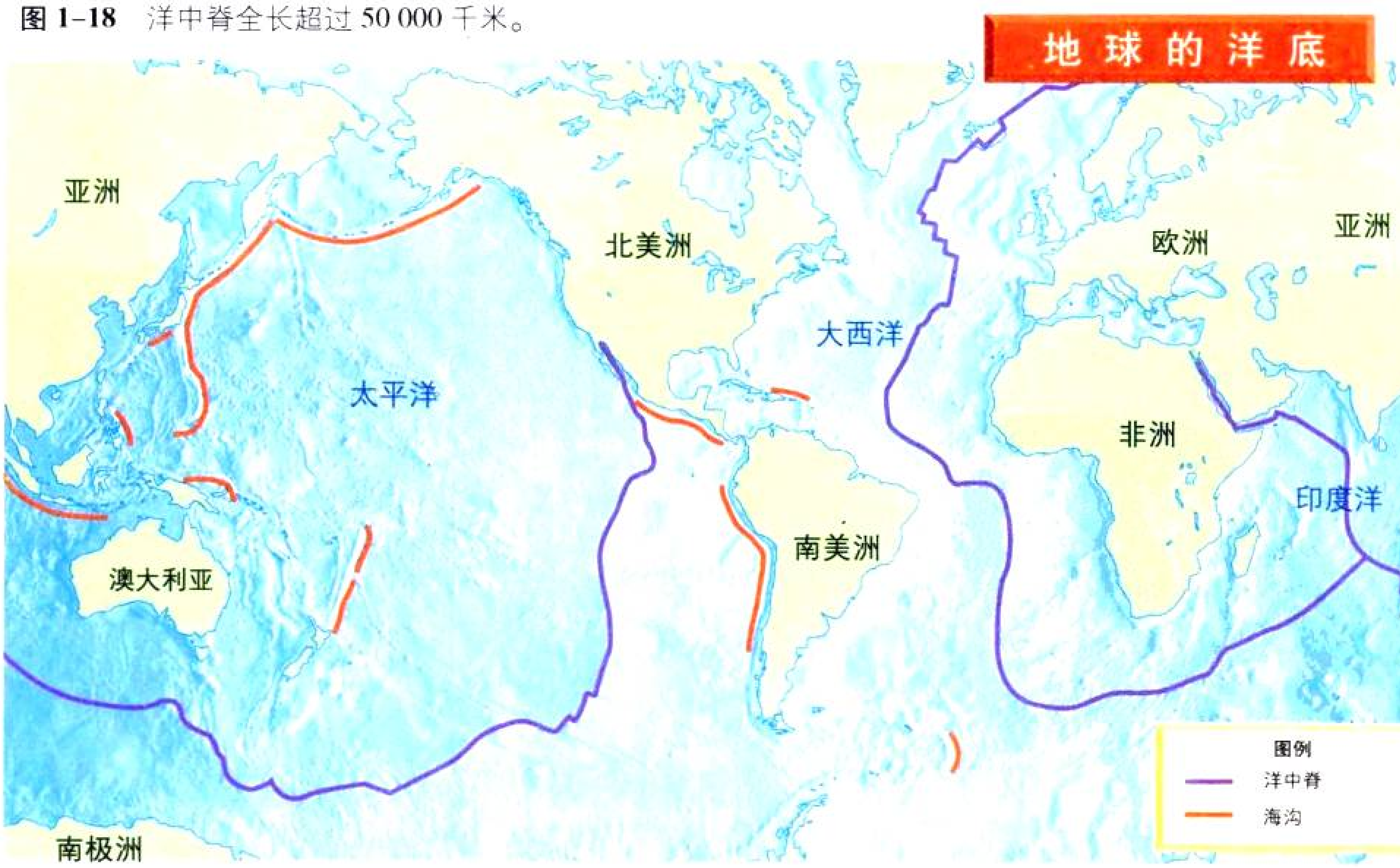
探测洋中脊

洋中脊（mid-ocean ridge）是世界上最长的山脉，东太平洋隆起仅是其中的一段。在20世纪中期，科学家采用声纳对洋中脊进行探测。**声纳（sonar）**即通过向水下物体发射声波，接受、记录反射回来的声波，并根据反射波到达的时间来确定深度。

洋中脊蜿蜒曲折，就像棒球表面的缝隙一样，延伸到全球各大洋中。洋中脊上有许多山脉，大都隐藏在海平面数百米以下，也有一些露出了海面，如冰岛就是北大西洋洋中脊露出海面的部分。V字形的裂谷将洋中脊从顶部劈开，其深度几乎是科罗拉多大峡谷的2倍。科学家不理解，洋中脊到底是什么？它是怎样形成的？

想一想　***科学家用什么仪器来测绘洋底？***

图 1-18　洋中脊全长超过 50 000 千米。



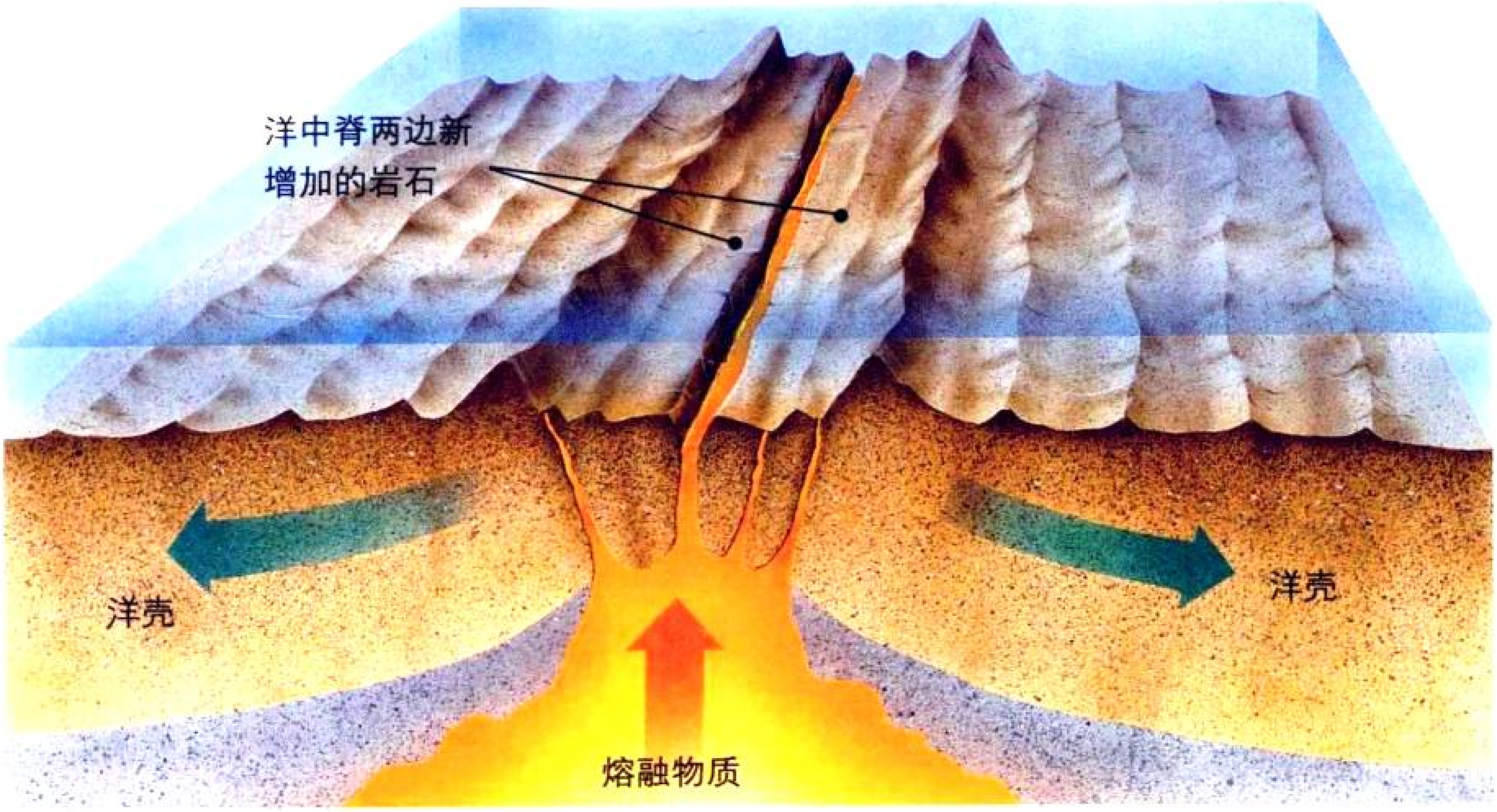


图1-19 熔融物质从洋中脊的裂谷中喷发出来，冷却后形成洋壳。

应用概念 *当新的熔融物质喷发出来时，洋中脊的岩石将有什么变化？*

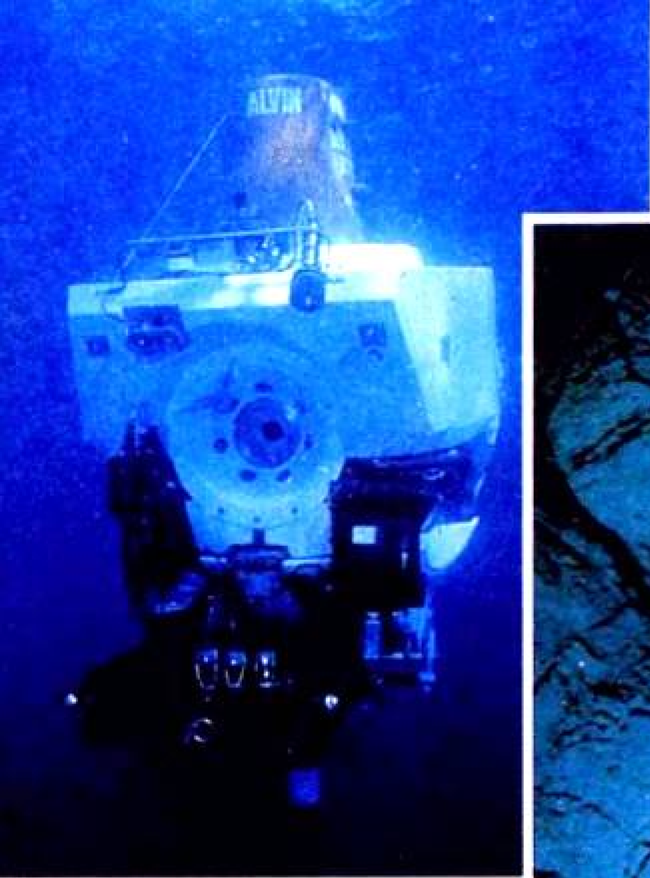
海底扩张的证据

美国地质学家哈里·赫斯专门从事洋中脊的研究。他仔细观察洋中脊地图，研究洋中脊与大陆漂移的关系，并因此重新考虑他曾经认为不可能的一个猜想：阿尔弗雷德·魏格纳是正确的，大陆确实是移动的。

1960年，哈里·赫斯提出了一个基本想法，他觉得洋底就像输送带一样推着大陆一起移动，这种运动从洋中脊开始。**首先，在大洋中部形成一个地壳裂缝，从地幔涌上来的熔融物质从裂缝中喷发出来，把洋中脊上较老的岩石向两边推移。**当这些熔融物质冷却下来后，新形成的岩石就沿着洋中脊两边对称分布。

哈里·赫斯把这种大洋地壳不断增加的过程称为**海底扩张（sea-floor spreading）**，随着新的地壳不断增加，洋底就从洋中脊向两边扩张。图1-19描述了海底扩张的整个过程。

来自海底的其他证据，如地幔熔融物质、海底磁条带，以及通过钻孔收集的资料等也都证明了哈里·赫斯的海底扩张理论，这个证据使一些科学家也开始重新考虑魏格纳的大陆漂移学说。



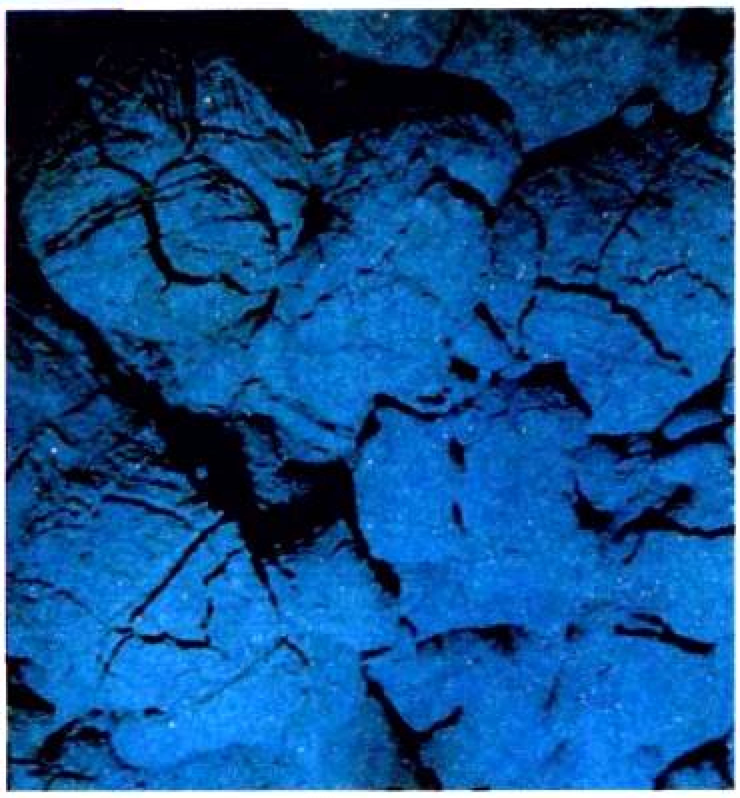


图 1-20 “阿尔文”号潜水艇正沿着洋中脊拍摄枕状熔岩的照片。冰冷的海水使熔岩表面形成一个硬壳，从而形成了这些“枕头”。每个“枕头”都会扩张，并扩张到一定程度后就发生破裂，于是形成新的“枕头”。

来自熔融物质的证据 20世纪60年代，科学家发现洋中脊确实有新的物质喷发出来。他们乘坐“阿尔文”号——一艘能够承受水深4千米压力的潜水艇，潜入海底。在洋中脊中部，科学家发现了枕状的和像挤出的牙膏一样的石头，这些石头只有在水下喷发并快速冷却时才能形成，说明洋中脊裂谷中熔融物质在不断喷发。

来自海底磁条带的证据 科学家在研究海底岩石时发现了更多的证据。在第一节我们讲到，地球就像一块巨大的磁铁，也有磁极。有证据表明，地磁场是不断反向的，最近一次反向发生在78万年前。如果现在地磁场突然反向，那么指南针就指向北了。科学家发现组成洋底的岩石都带有磁性，并且这些磁性岩石呈条带状分布，它们记录了地磁场反向的次数。

与物理学的综合

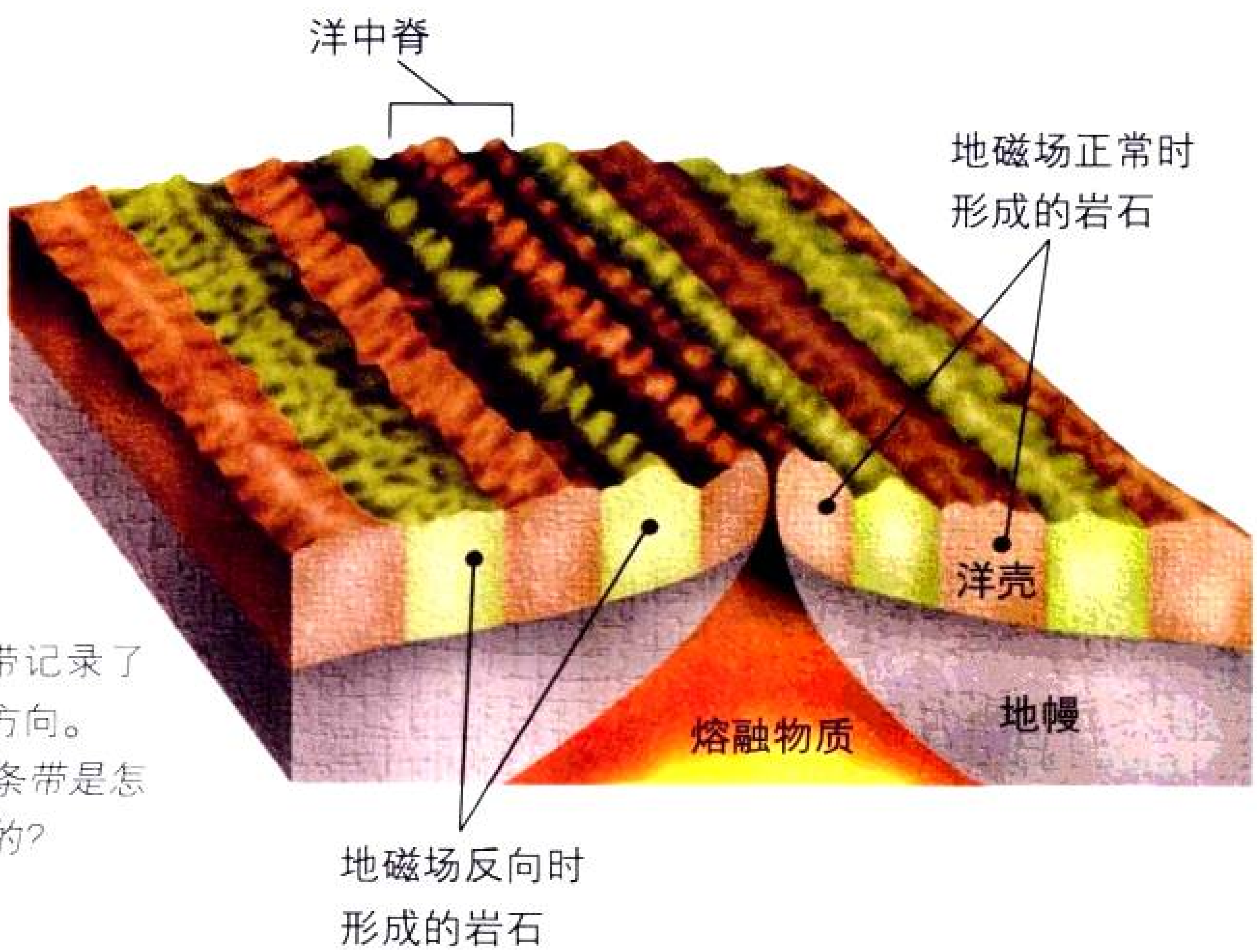


图 1-21 海底磁条带记录了岩石形成时地磁场的方向。
图解 这些成对的磁条带是怎样证实海底扩张理论的？

海底岩石含有铁。当它处在熔融状态时，由于铁原子有磁性，它就按当时地磁场方向排列起来。当岩石完全冷却后，这些铁原子就被凝固在岩石中，于是整个岩石都带有磁性，并且不会消失，就像在混凝土中放入几千个小指南针一样。科学家运用精密仪器研究洋中脊两边的磁性岩石，他们发现，地磁场方向朝北时形成的岩石条带与朝南时形成的岩石条带相间平行排列，如图1-21。洋中脊的另一边也类同，并且形成的岩石磁性方向也相同。

来自钻孔取样的证据　海底扩张的最后一个证据来自大洋钻探。建造于1968年的海洋钻探船格罗玛·挑战者号专门用于收集海底样品，它可以用钻机在6 000米的深海底打钻。这一成就曾被比作用一根金属丝从纽约帝国大厦顶部向地面打孔。

科学家可以判断出海底岩石样品的年龄。他们发现，离洋中脊越远，岩石的年龄越老，最新的岩石总在洋中脊中间，这就证明了海底是不断扩张的。

☑ **想一想**　***科学家找到了哪些支持海底扩张理论的证据？***

试一试

磁极反向　活动

1. 剪下6段2.5 cm长的磁带。
2. 把每段磁带的一头粘在桌上，每两段之间相隔1 cm，纵向排列成一条直线。
3. 把磁棒的北极与第一段碰一下，磁棒的南极与第二段碰一下。
4. 重复第三步动作，一直到最后一段磁带。
5. 将磁棒放在距离桌面上方1 cm处扫一下。观察发生了什么现象。

模型制作　当磁棒沿磁带条扫过去时，你观察到什么现象？由此猜想海底岩石有什么特征？

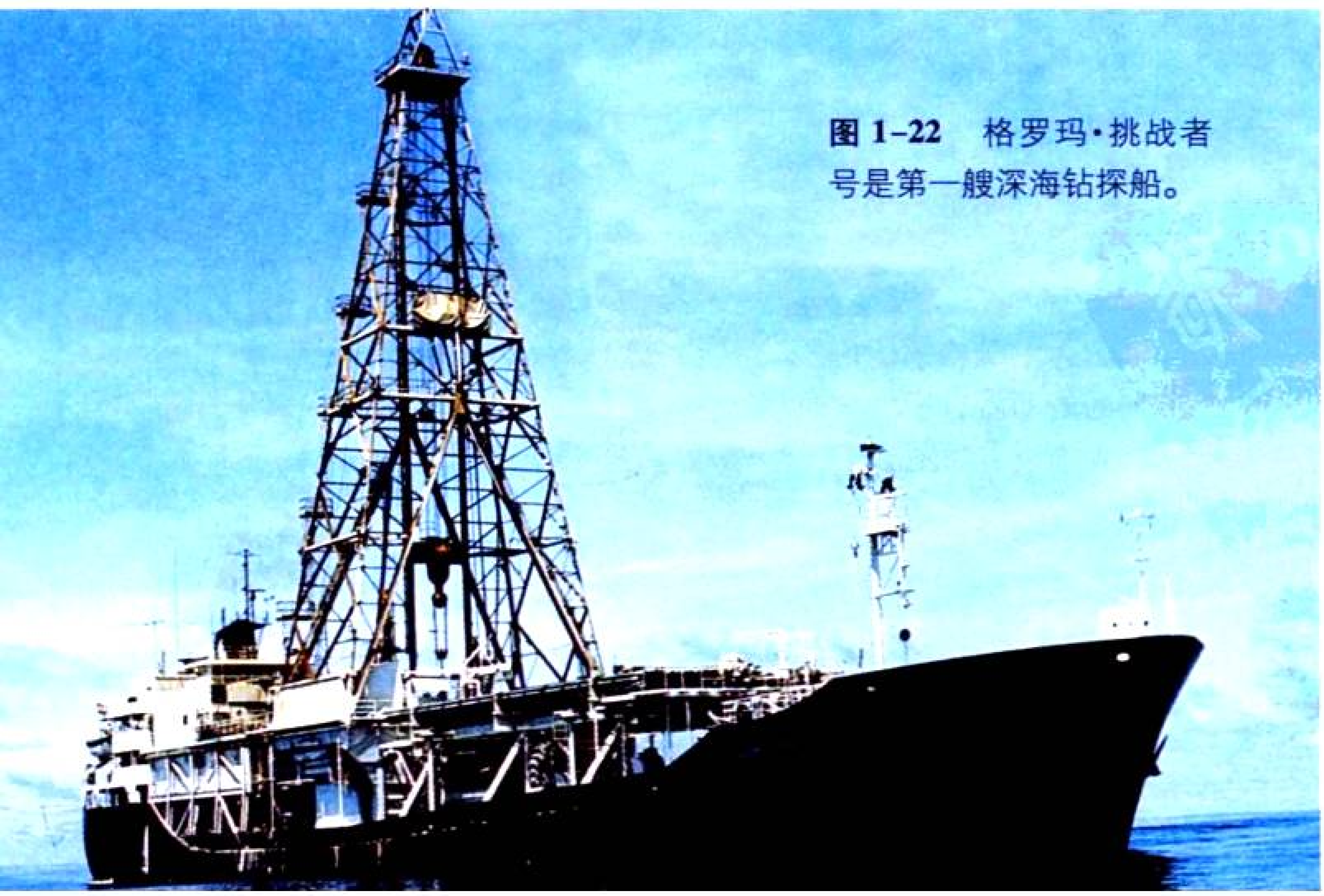


图 1-22　格罗玛·挑战者号是第一艘深海钻探船。

洋壳消减

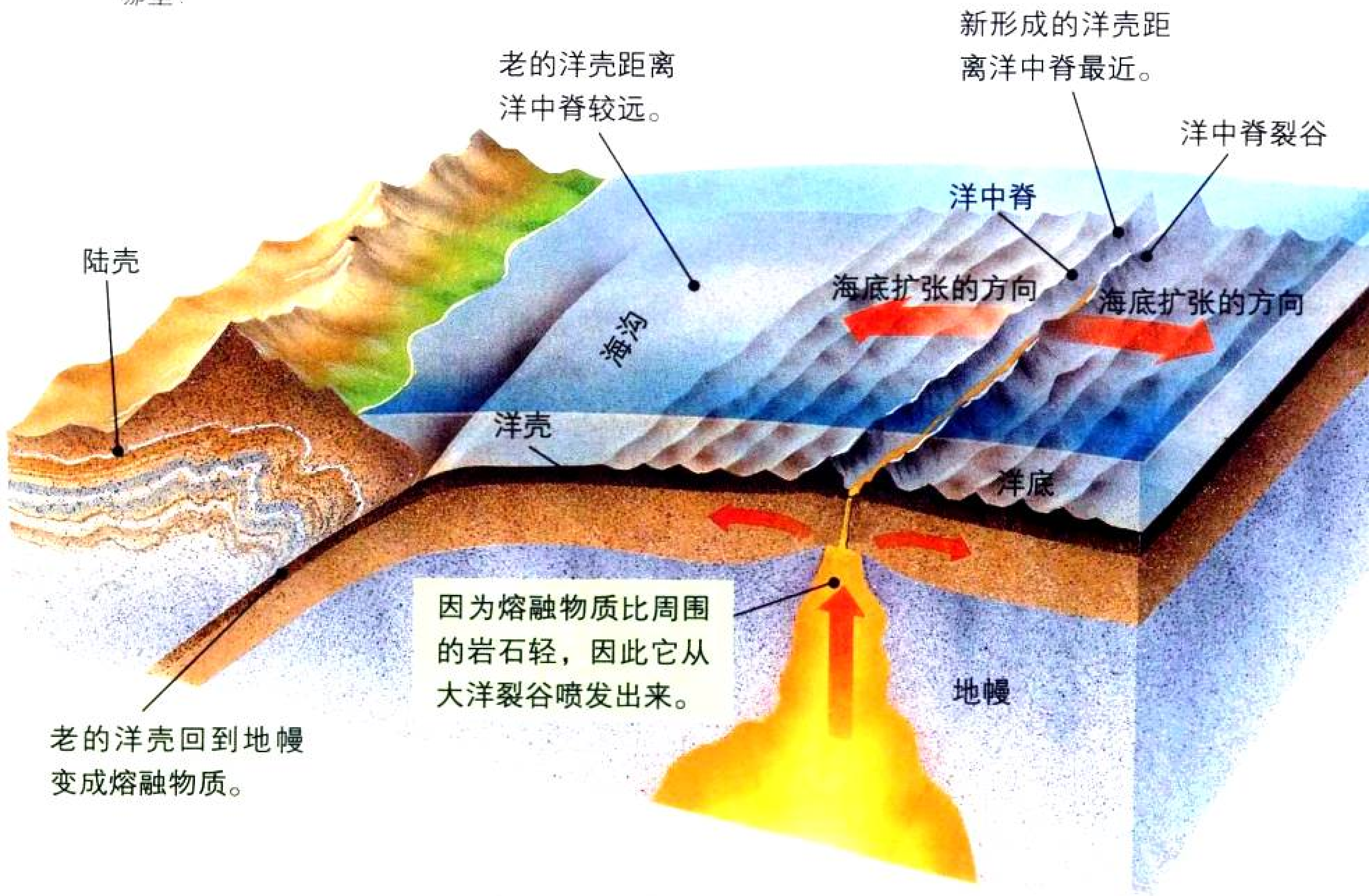
那么大洋会变得越来越宽吗？不会。因为洋壳也不断地沿着**海沟**（deep-ocean trenches）向下俯冲消失。海沟是洋壳俯冲的地方。

有海沟就有洋壳消减。**洋壳消减**（subduction）是洋壳向海沟俯冲、回到地幔的过程。岩石圈下面的对流循环不断地把洋中脊形成的新地壳向两侧推移，并把老地壳推进海沟。

新形成的洋壳温度很高，在从洋中脊向两侧移动的过程中逐渐冷却，密度增大，并在重力的作用下，老的、密度较大的洋壳最终沉入海沟，如图1-23所示。这种下沉就像本节探索活动中的布一样，先漂在水面上，慢慢变湿，密度增大，然后下沉。

千万年来，洋壳消减使大量洋壳从海沟中回到地幔。你可以想像洋壳消减与海底扩张的过程，就好像洋壳在一个巨大的传送带上传进传出。

图 1-23 新的洋壳沿着洋中脊生成，老的洋壳在海沟消减，即在海沟俯冲回到地幔。
结论 密度大的洋壳分布在哪里？



大洋与洋壳消减

海底扩张与洋壳消减可改变大洋的大小和形状，因此洋壳每过2亿年就更新一次——这是新洋壳形成、沿洋底运动、沉入海沟所需的时间。



图 1-24 海沟是发生洋壳消减的地方，这里寒冷并且黑暗，但仍有生命生存——图中这条鮟鱇鱼就生活在海沟中。

太平洋的洋壳消减 太平洋几乎覆盖了地球表面的$\frac{1}{3}$，然而，它正在缩小。为什么？事实上，俯冲到海沟中的洋壳有时比洋中脊新生的洋壳多。如果洋中脊产生新洋壳的速度不够快，大洋宽度就缩小。而在太平洋周围，冲入海沟的洋壳多，产生的少，结果太平洋就变得越来越小。

大西洋的洋壳消减 与太平洋不同，大西洋正处在扩张阶段。大西洋周围的海沟数量少，长度短，因此堆积着大量扩张的洋壳。而大西洋洋壳与它两岸的大陆基本上是连着的，因此，在大西洋扩张的同时，也推动两岸的大陆。随着时间的推移，大西洋将变得越来越宽。目前，北大西洋洋壳与北美洲地壳正同时发生扩张，就像被同一艘拖船拖着的两艘巨大驳船。

第四节复习

1. 洋中脊在海底扩张中起什么作用？
2. 支持海底扩张理论的证据有哪些？
3. 简述洋壳消减的过程。
4. **理性思维** **因果关系** 你认为在哪儿能找到最古老的岩石？请解释。
5. **理性思维** **预测** 如图 1-18，洋中脊正向非洲和亚洲之间的红海延伸。你认为将来红海会有什么变化？请解释你的猜想。

课题 1

检查进度

现在你已经知道海底正在扩张，请在你的模型草图上加上海底扩张的内容，只需把海底扩张、洋壳消减的最后结果表示出来。你将怎样模拟地球内部发生的变化呢？改进已有的想法，增加一些新点子。如果有必要，调整材料清单，并开始制作模型。

海底扩张模型

本实验中，我们要来制作一个海底扩张的模型。

问题

海底扩张如何形成新的洋壳?

技能

制作模型

材料

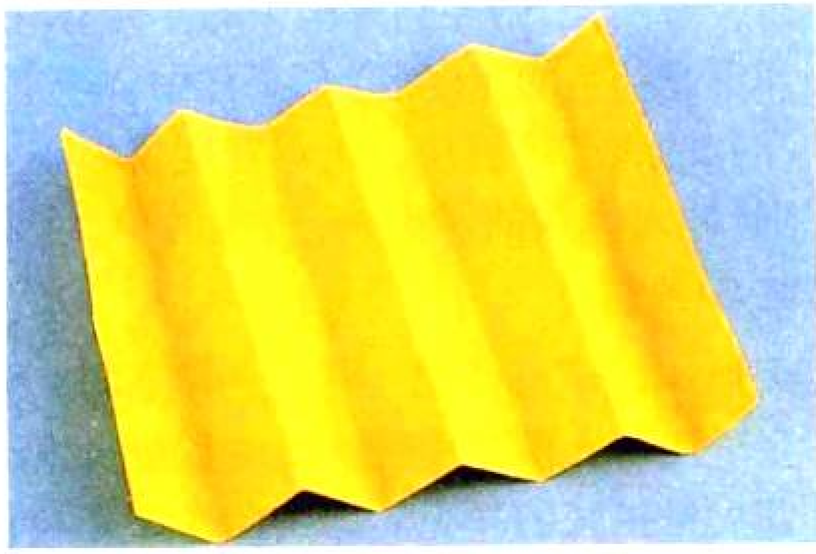
剪刀　　米尺
2张白纸　　颜料

步骤

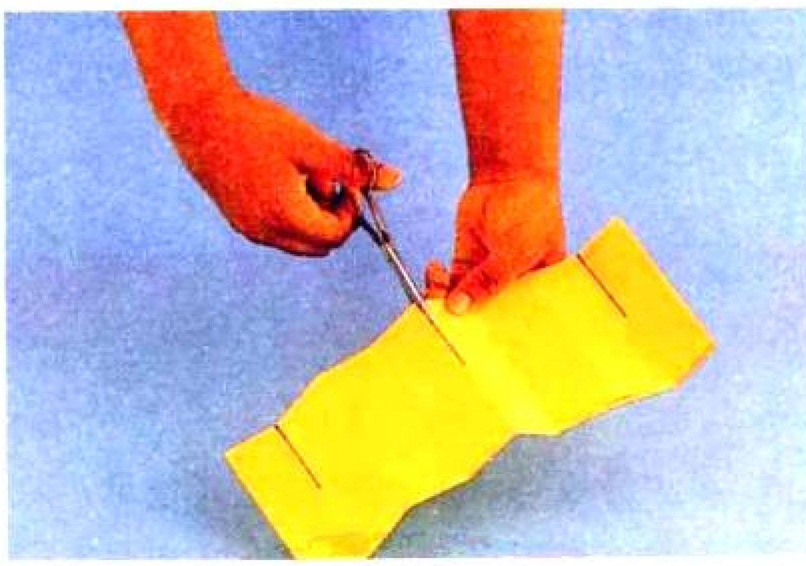
1. 在第一张白纸上画一些与纸边平行的条带，条带的宽度和间距要有变化。
2. 把这张纸纵向折叠，在每一半的顶头写上“开始”，然后小心地沿着折痕剪成两半。
3. 将第二张白纸对折3下，分成8等分，展开，再纵向折叠。



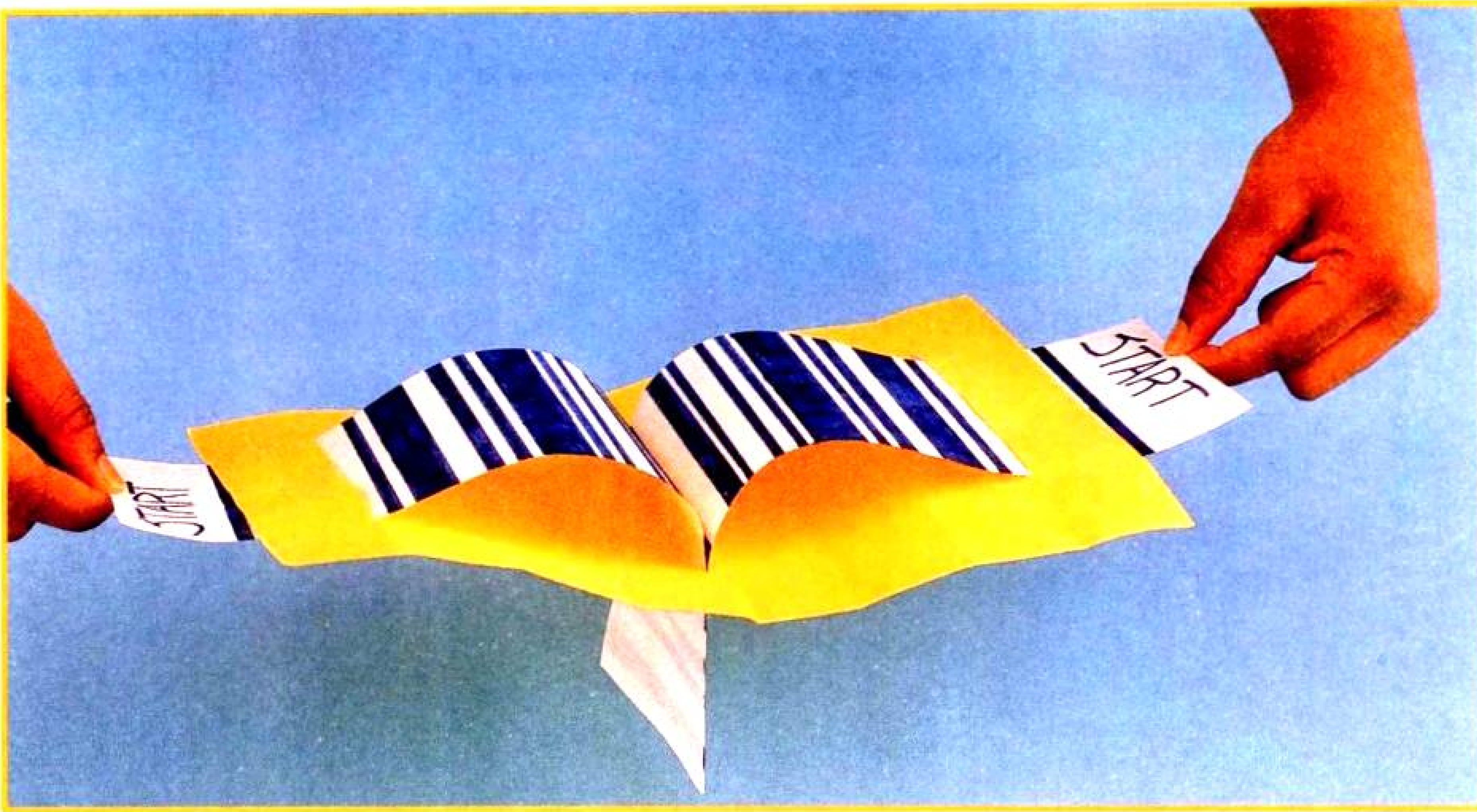
4. 在横向的最中间折痕和最两边折痕上各画一条长5.5 cm的线。



5. 小心地沿着这3条线剪开，把纸展开，于是纸中出现3条缝。







6. 把画有条带的纸片叠在一起，使“开始”两字重合，并把这一头插入第二张纸的中缝，然后分别拉向两边，各插入两边的缝隙中。
7. 拉动纸片的两头。观察中缝的纸带有什么现象。
8. 练习拉动纸片过程，直到能够使两张纸片流畅地上下滑动。

分析与结论

1. **制作模型** 中缝代表洋底的什么地方？与洋底相比，这个模型还缺少什么重要内容？
2. **制作模型** 两边的缝隙代表什么？第二张纸下的空间代表什么？
3. **比较** 怎样区别纸片靠近中缝和边缝部分所代表的洋壳？它们的区别对大洋深度有什么影响？
4. **制作模型** 纸片上的条带代表什么？为什么在你的模型中，条带宽度的不同很重要？
5. **应用概念** 试解释密度和温度的差别是如何成为海底扩张和洋壳消减的动力来源的。
6. **交流信息** 用自己的语言描述海底扩张的过程。在海底扩张过程中，还有哪些现象你的模型没能反映出来？

进一步的探索

假设大量熔岩从洋中脊喷发出来，形成一个岛屿，怎样在你的模型上表现出来？经过漫长的时间以后，这个岛屿会怎样改变？怎样在你的模型上表现出来？

SECTION 5
板块构造理论

探索　活动

大陆边缘为什么这么吻合

1. 找一幅世界地图，在纸上描出各个大陆的形状，包括马达加斯加、印度和阿拉伯半岛。
2. 小心地剪下这些大陆，不要把亚洲和欧洲剪断，但将印度和阿拉伯半岛与亚洲大陆分开。



3. 把这些大陆拼接起来，它可能就是泛古陆解体前的形状。把你拼的“泛古陆”粘在纸上。

思考

结论　你觉得这些大陆的吻合程度怎样？你同意大陆曾连在一起的观点吗？

阅读指南

- 板块构造理论的内容是什么？
- 板块边界有哪三种类型？

阅读提示　开始阅读之前，先预习一下第44~45页的“*探索板块构造*”部分，列出你对板块构造的疑问，并在阅读过程中找出答案。

煮熟的鸡蛋掉在地上，蛋壳就裂成了许多不规则的碎片。岩石圈是地球的坚硬外壳，它也曾像蛋壳一样破碎过，从而形成了一些边缘呈锯齿状的大陆块。

加拿大科学家图佐·威尔逊认为，这些断裂谷不仅出现在海洋中，大陆上也有。1965年，威尔逊提出了一个新观点，他把岩石圈破碎后形成的各部分叫做**板块**（**plate**），这些板块可以沿着裂缝拼合起来，如图1-26所示。板块上可以有大陆、海洋或两者兼而有之。

图 1-25　坦桑尼亚的这一大裂谷是两大板块受拉张而形成的断裂谷。



板块运动理论

威尔逊把海底扩张说、地球板块说、大陆漂移说结合起来，形成了板块构造理论。一个**科学的理论（scientific theory）**能解释各种相关现象。**板块构造理论（plate tectonics）**是阐述地球岩石圈板块在地幔对流作用下不断缓慢移动的地质学理论，**它揭示了地球板块的形成、运动和消减的规律。**

地球板块是怎样移动的？许多地质学家认为，刚性的岩石圈板块漂浮在软流圈之上，地幔物质对流循环上升，在岩石圈底部扩散，从而导致板块运动。

每个板块的运动都同时影响周围的板块，它们相互碰撞、分离、平移，从而导致地表的巨大变化，如火山爆发、形成山脉和海沟等。

增进技能

预测 活动

研究如图 1–26 地球板块分布图，箭头代表板块运动的方向。请找出纳斯卡板块，它正朝哪个方向移动？再找出南美洲板块，它是如何移动的？如果这些板块沿图中所示方向继续移动下去，你认为结果会怎样？

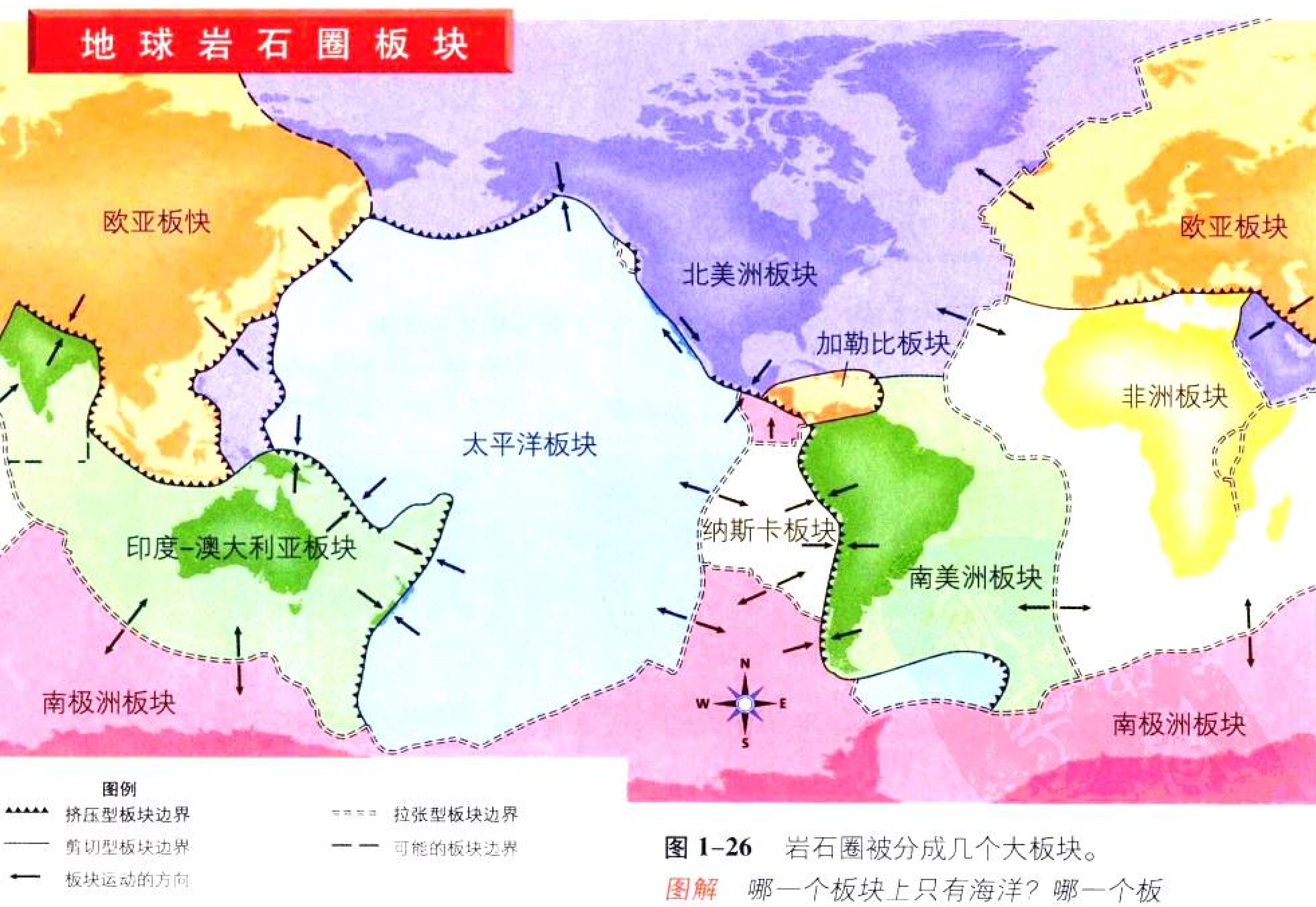


图 1–26 岩石圈被分成几个大板块。

图解 *哪一个板块上只有海洋？哪一个板块上既有海洋又有大陆？*

板块边界

各板块之间相互接触的边线叫板块边界，板块边界向下一直延伸到岩石圈。沿着板块边界形成的**断层**（**fault**）是地壳断裂的地方，相邻的两个地壳在这里发生相互挫动。板块边界有三种类型：剪切型、拉张型和挤压型。不同的边界板块运动的方式也不同。

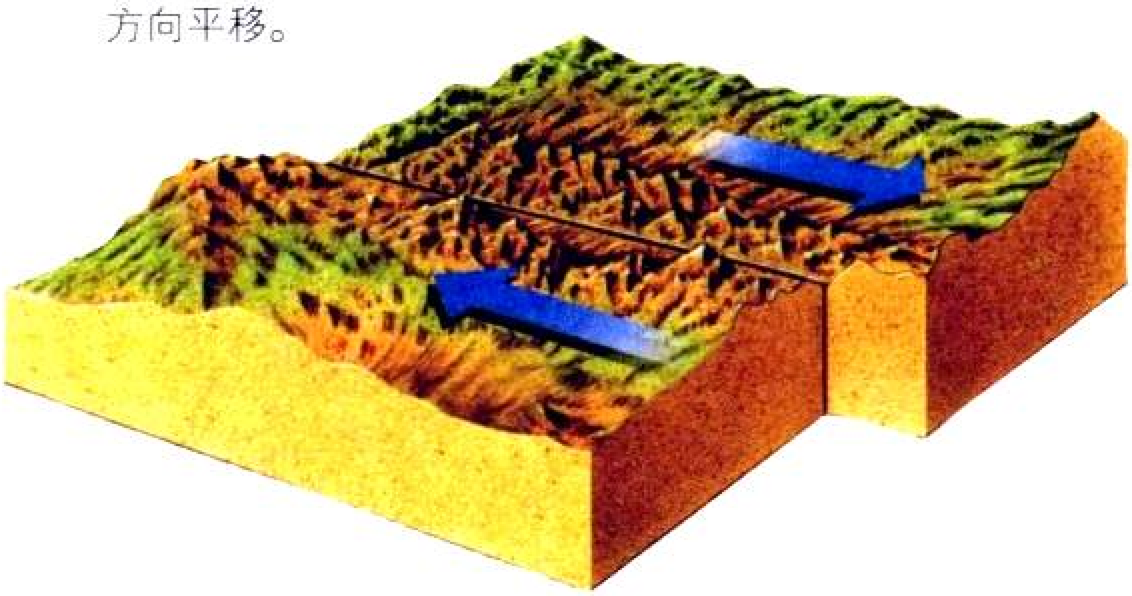
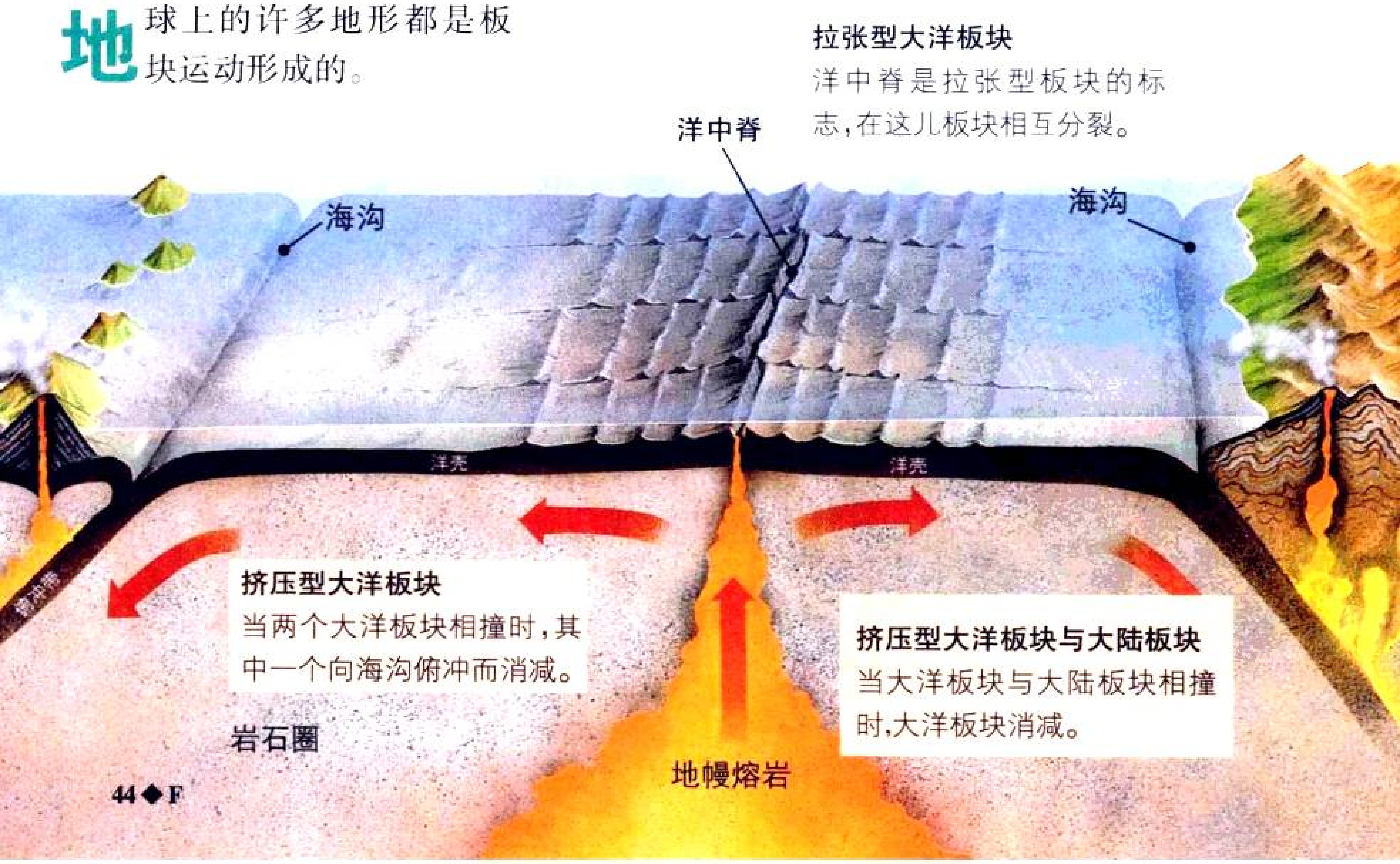


图 1-27 在剪切型边界上，两个板块沿着边界朝相反的方向平移。

剪切型边界　如图1-27，**剪切型边界**（**transform boundary**）是指两个板块沿着相反的方向相互移动，岩石圈既不生长也不消亡。在这种边界上，地震活动频繁。

探索 板块构造

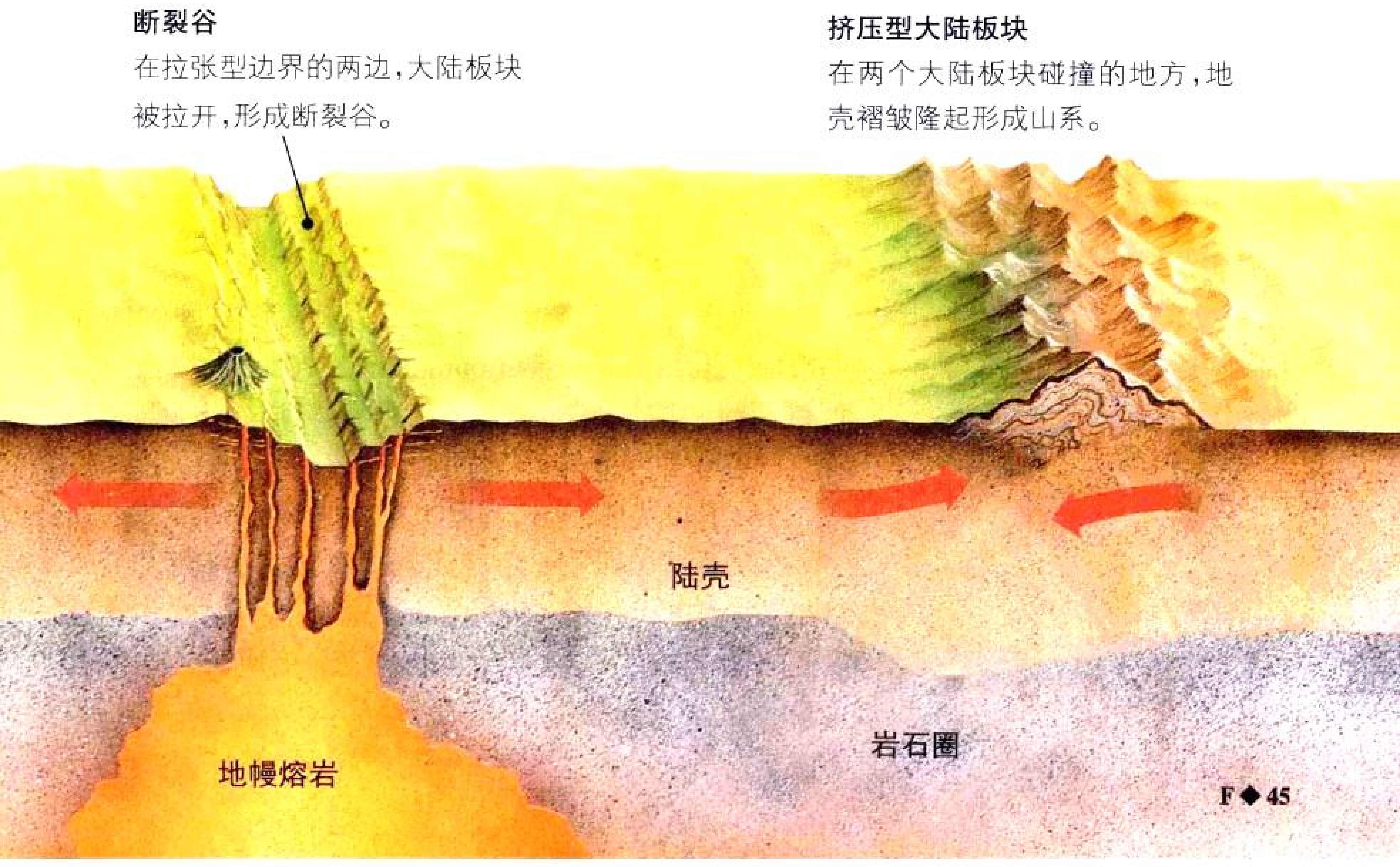
地球上的许多地形都是板块运动形成的。



拉张型边界　两个相互分离的板块之间的边界叫**拉张型边界**（**divergent boundary**），大部分拉张型边界都位于洋中脊。在第四节中我们已经学过，海底扩张时，洋壳沿着洋中脊生长的过程。

大陆上也有拉张型边界。在大陆上的拉张型边界，两边的板块相互分离，并沿着边界形成很深的**断裂谷**（**rift valley**）。例如，3 000千米长的东非大裂谷就是正在形成的拉张型边界，它两边的大陆正在缓慢分离，随着宽度的增大，地壳下沉，最终形成海洋。总有一天，非洲东部会从非洲大陆上分离出去。

☑ *想一想*　***什么是断裂谷？它是怎样形成的？***





2.25 亿年前

地球上的主要大陆联合成超级大陆——泛古陆。



1.8 亿~2.0 亿年前

泛古陆开始解体，狭窄的海域后来变成了大洋。



1.35 亿年前

这些大陆逐渐开始漂移。



6 500 万年前

印度还是一个孤立的大陆，正向亚洲漂移，而澳大利亚还没从南极洲分离出来。



今天的地球

印度大陆向北部移动了多远？你会发现它比任何大陆都“走”了更远的距离。

图 1-28 泛古陆经过了 2.25 亿年的漂移，到达现在的位置。

提出问题　为了预测 5 000 万年后这些大陆的位置，你首先要解决什么问题？

挤压型边界　相互靠近或挤压的两个板块之间的边界叫**挤压型边界（convergent boundary）**。两个板块相向移动就叫板块碰撞，它可以发生在洋壳与洋壳之间、洋壳与陆壳之间、陆壳与陆壳之间。

当两个板块碰撞时，密度大的板块俯冲到密度小的板块的下面。洋壳主要由玄武岩组成，它比花岗岩组成的陆壳的密度大，并且洋壳在从洋中脊向两侧推移的过程中逐渐冷却，密度增大。因此，当大洋板块与大陆板块相撞时，大洋板块下沉到大陆板块的下面。

当两个大洋板块在海沟处相撞时，密度大的板块向下俯冲回到地幔，这就是我们在第四节中学过的洋壳消减。

当两个大陆板块相撞时，并不发生俯冲。因为大陆板块都是由较小密度的花岗岩组成，所以两个板块只好面对面地撞在一起，于是地壳被挤压形成山系。

☑ **想一想** ***各种类型板块在边界上发生什么运动?***



图 1–29 两个大陆板块碰撞形成了雄伟的喜马拉雅山，它开始形成于 5 000 万年前，当时印度板块撞向亚洲板块。

大陆“慢舞”

大陆漂移的速度慢得惊人，每年只有1~10厘米。北美洲板块和欧亚板块正以每年2.5厘米的速度分离，差不多与指甲生长的速度一致。这看起来似乎没什么了不得，但是它们已经运动了几千万年了！

大约在2.6亿年前，所有大陆联合在一起，即魏格纳所称的泛古陆。2.25亿年前，泛古陆开始解体。图1–28表示了各大洲和其他陆地从泛古陆分离出来的过程。

第五节复习

1. 什么是板块构造理论?
2. 板块边界有哪几种不同类型?
3. 2.25 亿年前，地球上发生了什么事件？请解释。
4. **理性思维** **预测** 在第 43 页的图 1–26 中，找出穿过非洲板块的一条拉张型边界，并预测沿着这条边界，地表最终会发生什么情况。

课题 1

检查进度

学了板块构造理论后，请在你的模型中加上板块边界，请尽可能把三种类型的板块边界都加上，并按要求做出地形，标注地形特征和板块运动的方向。

技能实验室

观察

模拟地幔中的对流循环

问题

地幔中的对流循环是如何导致板块运动的?

技能

制作模型　观察

材料

1个铝质煎锅
2根蜡烛,每根大约10 cm长
固定蜡烛用的橡皮泥若干
6块砖头
2块中等大小的海绵
10个图钉
2升水



步骤

1. 取一块海绵,在较长的一侧插入10个图钉,深度为图钉的一半。
2. 将砖头叠成两堆,把铝锅放在上面。

   注意:叠好砖块,确保铝锅的两边都能搁住。
3. 在铝锅中加入4 cm深的水。
4. 把两块海绵都浸湿,放在水面上。
5. 慢慢地把两块海绵推到一起,让有图钉的一边夹在两块海绵中间(它们能使海绵不会粘起来)。
6. 轻轻放开海绵。如果它们各自漂开,再把它们推到一起.。
7. 把蜡烛放到铝锅下面,两侧各放一个,用橡皮泥调整它们的高度。
8. 在铝锅上记下海绵的位置。
9. 小心地点燃蜡烛。当水被加热时,观察两块海绵运动的情况。
10. 分别在铝锅上记下蜡烛点燃1分钟和2分钟后海绵的位置。

分析和结论

1. 观察　当水被加热后,海绵的位置有什么变化?
2. 推论　你能推想出这种变化是怎样发生的吗?
3. 建立模型　实验中,哪一种物质代表地幔?哪一种物质代表地球板块?
4. 预测　在锅底再增加几根蜡烛,有什么现象?
5. 交流信息　这个实验模拟了哪种类型的板块运动?如何修改这个实验,使它更接近板块运动的形式?

进一步的探索

观察铝锅中水的流动。为了便于观察,在水中滴一滴食物色素。当色素沉到锅底时,点燃蜡烛,放到锅下靠近色素的地方,观察色素在水中的运动。它与地幔中的对流循环有类似之处吗?

学习指导

SECTION 1 地球的内部结构

知识要点

- 地质学家研究地球物质组成、内部结构和地形的形成过程。
- 地球的内部结构可以分成地壳、地幔、外地核和内地核。
- 岩石圈包括地壳和地幔上层的坚硬部分，下面是软流圈。

关键术语

地质学家	地壳
岩石	玄武岩
地质学	花岗岩
建设营力	地幔
破坏营力	岩石圈
大陆	软流圈
地震波	外地核
压力	内地核



SECTION 2 地幔和地幔物质的对流循环

与物理学的综合

知识要点

- 热量有三种传递方式：辐射、传导和对流。
- 流体内温度和密度的不同导致对流循环。

关键术语

热传递	对流	辐射
密度	传导	对流运动

SECTION 3 大陆漂移

知识要点

- 阿尔弗雷德·魏格纳认为，地球上的大陆曾经连在一起，后来慢慢分裂、漂移到现在的位置。
- 因为阿尔弗雷德·魏格纳没有找到大陆漂移的动力来源，所以当时许多科学家不接受他的观点。

关键术语

泛古陆　大陆漂移　化石

SECTION 4 海底扩张

知识要点

- 海底扩张就是熔融物质从洋中脊喷发出来，并冷却形成岩石。
- 洋壳消减就是洋壳在海沟下沉并回到地幔。

关键术语

洋中脊	海沟	声纳
消减	海底扩张	

SECTION 5 板块构造理论

知识要点

- 板块构造理论解释了板块运动、大陆漂移和海底扩张的原因。
- 在剪切型边界，板块水平移动；在拉张型边界，板块相互分离；在挤压型边界，板块相互挤压。

关键术语

板块	科学理论	板块构造
断层	拉张型边界	断裂谷
挤压型边界	剪切型边界	

活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

请选择最佳答案。

1. 地幔上部能流动的圈层是____。
   a. 软流圈　　b. 岩石圈
   c. 内地核　　d. 陆壳
2. 许多科学家不接受魏格纳的大陆漂移理论，是因为这个理论不能解释____。
   a. 南极洲煤田的形成
   b. 山脉的形成
   c. 气候的变化
   d. 大陆是如何移动的
3. 洋壳消减发生在____。
   a. 地幔下层　　b. 洋中脊
   c. 断裂谷　　d. 海沟
4. 板块构造的动力来自____。
   a. 辐射　　b. 对流
   c. 传导　　d. 消减
5. 两个板块相互碰撞，形成的边界类型是____。
   a. 拉张型边界
   b. 挤压型边界
   c. 地幔和地壳之间的边界
   d. 剪切型边界

判断题

如果下列叙述正确，写"T"；如果错误，写"F"，并修改划线部分。

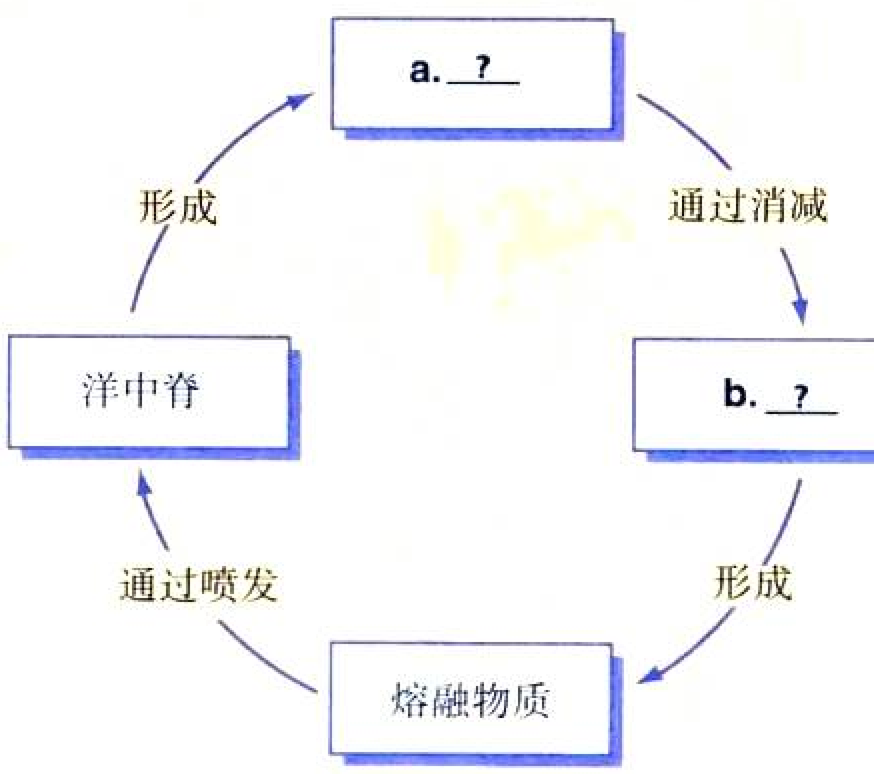
6. 地球的外地核是由花岗岩和玄武岩组成的。
7. 由铁和镍组成的软流圈的转动是产生地磁场的原因。
8. 对流循环的形成是由于流体的温度和密度不同。
9. 海底磁条带是洋壳下沉回到地幔的地方。
10. 两个大陆板块的相互挤压，形成了断裂谷。

简述题

11. 内地核与外地核有什么区别？
12. 地幔中为什么会有对流循环？
13. 哪些气候证据支持魏格纳的大陆漂移理论？
14. 科学家发现洋中脊裂谷中有熔岩喷发，这一发现有什么重大意义？
15. 海底磁条带是如何形成的？它有什么意义？
16. 当大洋板块与大陆板块相撞时，会产生什么结果？为什么？
17. **科技写作**　假如阿尔弗雷德·魏格纳今天还活着，他将继续捍卫大陆漂移学说。请你帮阿尔弗雷德·魏格纳写一篇参加谈话节目的短文，风格可以幽默一些。

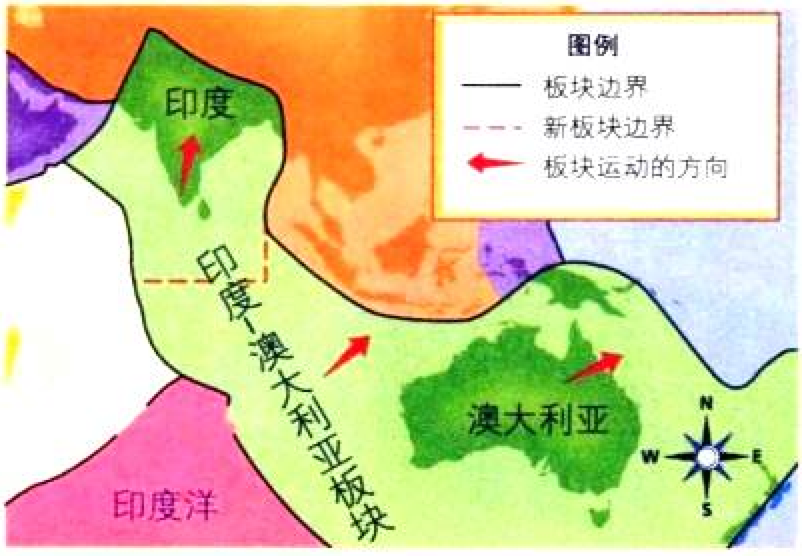
形象思维

18. 下图表示岩石从海沟到洋中脊的变化过程。将下图复制到你的笔记本上，并填空。



应用技能

地质学家认为一个新的板块边界正在印度洋形成。如下图，澳大利亚所在的大陆板块部分正从印度所在的板块中分离出去。



19. 图解 图中箭头所指的方向是板块运动的方向。请分别说出澳大利亚所在的大陆板块和印度所在的大陆板块运动的方向。

20. 预测 印度大陆与澳大利亚大陆朝不同的方向移动，它们之间会形成哪种类型的板块边界？

21. 推论 如图所示，印度—澳大利亚板块的北部正向北移动，与欧亚板块相撞。在两个板块的接触部位会发生什么现象？请解释。

理性思维

22. 分类 把下列圈层分成液体、固体和可缓慢流动的固体三类：地壳、岩石圈、软流圈、外地核、内地核。

23. 比较与对比 洋壳与陆壳有什么异同点？

24. 因果推断 地质学家认为板块移动的动力是什么？请解释。

25. 概括 请用一句话概括地质学家研究板块构造最有意义的发现。

第1章 复习

学习评估

课题1 总结

成果展示 把你做的模型向同学展示，并指出模型中所包括的地质现象，讨论这一地区的板块运动状况和地形特点。这些大陆将来会发生什么现象？你做的模型与其他同学做的模型有哪些相同和不同之处？

思考与记录 在实验报告中，对这个模型做出评价。如果重新做一个模型，你会更换哪些材料？如何改进它？

实践活动

在学校 给低年级同学生动地介绍板块漂移理论，你可以编一本小册子，或制作幻灯片，投影到教室的墙面上，或者使用计算机图像处理功能，力求把讲座办得形象生动，富有特色。如果有可能，请把你做的模型带去给他们欣赏。

第二章 地震



主要内容

SECTION 1 地壳运动

探索 应力对地壳有什么影响

试一试 模拟断层的形成

增进技能 测量

技能实验室 模拟断层运动

SECTION 2 地震的探测

探索 地震波怎样在地球内部传播

试一试 记录地震波

生活实验室 确定震中位置

SECTION 3 地震的危害与抗震

探索 支撑能防止楼房倒塌吗

增进技能 计算

课题 2

制作抗震模型

大地一直在极轻微地震动。大约 2 000 年前，中国人发明了探测大地震动的仪器，这种用青铜制成的仪器可探测到很远地方发生的地震。地震发生时，朝地震方向的龙嘴里的小球就会掉到下面蟾蜍的嘴里。地震表明地球内部有一种巨大的力量在支配地球，也使我们意识到地球在不停地运动着。

在这一章中，我们将设计制作一个抗震结构模型。

课题目标 设计、制作并测试抗震模型。

为了完成这个课题，你需要：

- 所选用的材料必须经过老师的同意。
- 按照全班同学共同讨论确定的规格。
- 能够经受多次人工模拟的、强度逐渐加大的“地震”。
- 严格按照附录 A 中的实验室安全守则。

课题准备 设计前，请先了解地震对住宅、办公楼和高速公路的立交桥的影响。预习本章内容，了解工程师在设计这些建筑时采取了哪些抗震措施。

检查进度 你将在学习本章知识的同时完成这个课题。为了确保课题有序地进行，请参阅以下“检查进度”栏：

第一节复习，第 61 页：设计模型。

第二节复习，第 69 页：建造、修改、试验模型。

第四节复习，第 81 页：再次试验模型，并作必要的修改。

总结 在本章结束时（第 85 页），介绍你的模型抵抗人工模拟地震的效果。如果根据你设计的结构建造楼房，它能抵抗真的地震吗？



SECTION 4 与工程学的综合 监测断层活动

探索 **应力可以测量吗**

1 地壳运动

SECTION

探索 活动

应力对地壳有什么影响

1. 戴上防护眼镜。
2. 握住雪糕棒的两端，慢慢将它弯成弧形。
3. 放开，观察雪糕棒形状的变化。
4. 重复步骤 1 和 2，这次将雪糕棒的两端一直弯下去，这根小木棒将出现什么现象？

思考

推测 如果把雪糕棒当成地壳模型，你认为板块运动对地壳的挤压弯曲最终产生什么后果？

阅读指南

- 应力对岩石有什么影响？
- 地表为什么会形成断层？它们一般出现在哪些地方？
- 沿断层的地壳运动怎样塑造地表？

阅读提示 阅读前先浏览本节标题，对导致断层和造山运动的地壳应力形成一个初步认识。

假设你正坐在餐桌前吃早饭时，突然感到一阵轻微震动，好像一辆载重卡车开过时的感觉，同时杯中的橙汁轻微晃动，托盘中的碗碟摇晃碰出响声，并持续几秒钟后才停止。过后你会从收音机里听到，该地区经历了一次小地震。地震反映了地壳是运动的。

地壳中的应力

地震（earthquake）是地表岩石的运动引起的。地表板块运动产生强大的力量，挤压或拉伸地壳中的岩石，这就是地壳应力的一个例子。**应力（stress）**是一种作用于岩石并使岩石的形状或体积发生改变的力，它可以增加岩石的能量。这些能量在岩石中不断积累，当积累到一定程度时，岩石就发生破裂或变形。



图 2-1 在地壳应力的作用下，岩石形成像绸带一样的褶皱。

应力的种类

地壳中存在三种不同的应力——剪切力、张力和压力。**亿万年来，剪切力、张力和压力一直在改变着岩石的形状和体积。**在地壳应力的作用下，有些岩石碎裂了，有些则像被太阳光暴晒后的沥青一样变软，从而慢慢弯曲。

同时作用于一块岩石上的方向相反的应力称为**剪切力（shearing）**。剪切力可导致岩石发生破裂、滑动或变形。

所谓**张力（tension）**，是将岩石拉伸的一种应力。在张力的作用下，岩石的中间变薄，在某种程度上就像用手拉口香糖。由于张力的作用，板块相互分离。

压力（compression）是一种挤压岩石使之发生褶皱或破碎的力。当一个板块挤压另一个板块时，岩石就像垃圾压缩机中的垃圾一样。

地壳体积或形状的变化叫**地壳变形（deformation）**。大多数情况下，地壳变形的速度极其缓慢，人们难以直接观察到。但如果你能让时间跑得足够快，比如1分钟代表1亿年，那么你就会看到地壳变形的全过程：地壳被弯曲、拉伸、断裂、歪斜、褶皱和滑动。地球板块的缓慢移动导致了这些变形。

☑ *想一想* ***地壳变形怎样改变了地表？***

·.试 一 试.·

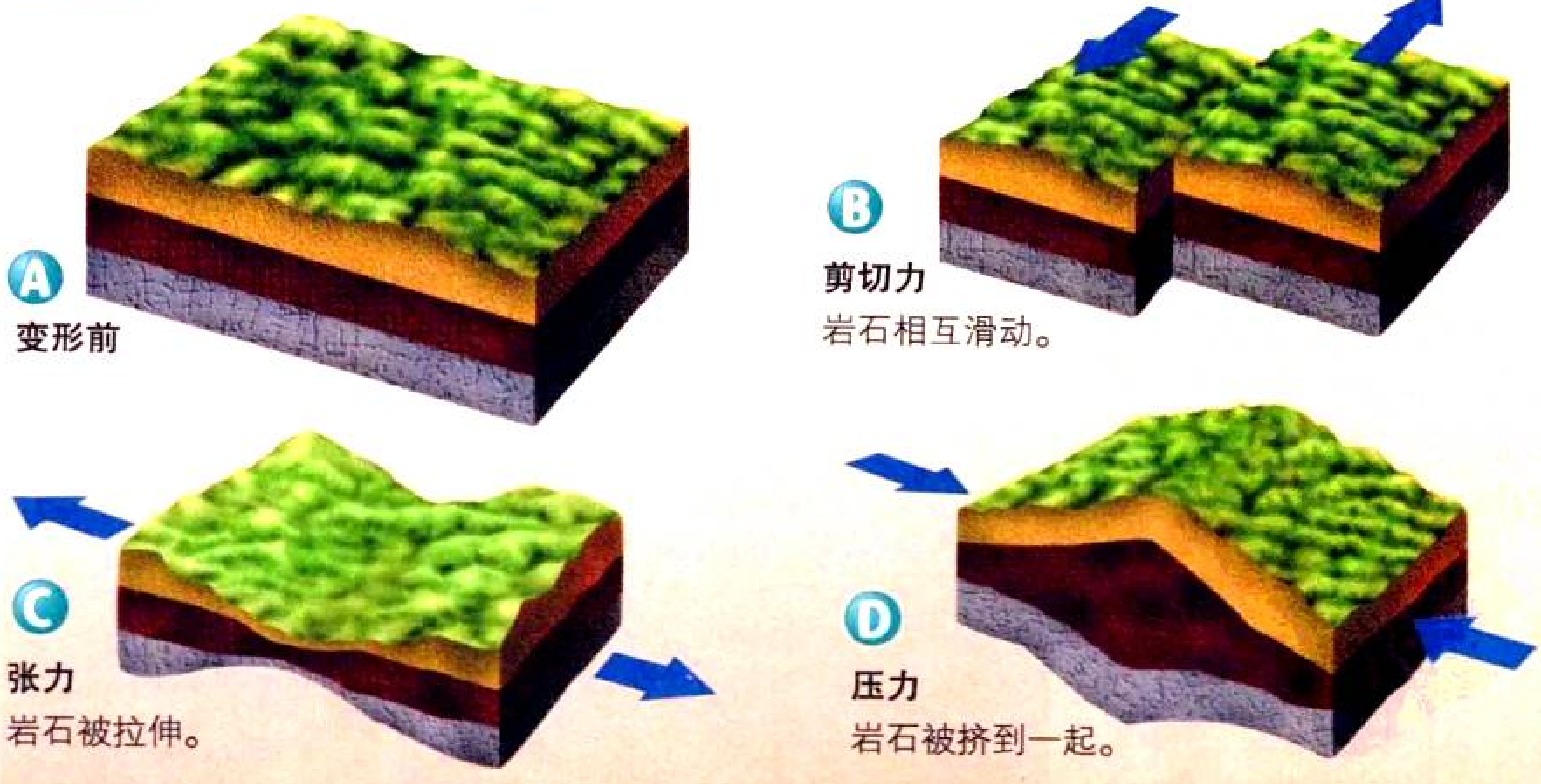
模拟断层的形成 活动

让我们来模仿断层的形成过程。

1. 把一块橡皮泥捏软。
2. 把橡皮泥的两端推向中间。
3. 再将橡皮泥的两端慢慢拉开。
4. 将橡皮泥的一半朝一个方向推，另一半朝相反的方向推。

分类 步骤 2,3,4 分别代表哪一种应力？

图 2–2 地壳变形、地壳中岩石被挤压、拉伸、扭曲示意图。
因果关系 *哪一种地壳变形会导致地壳缩短？*



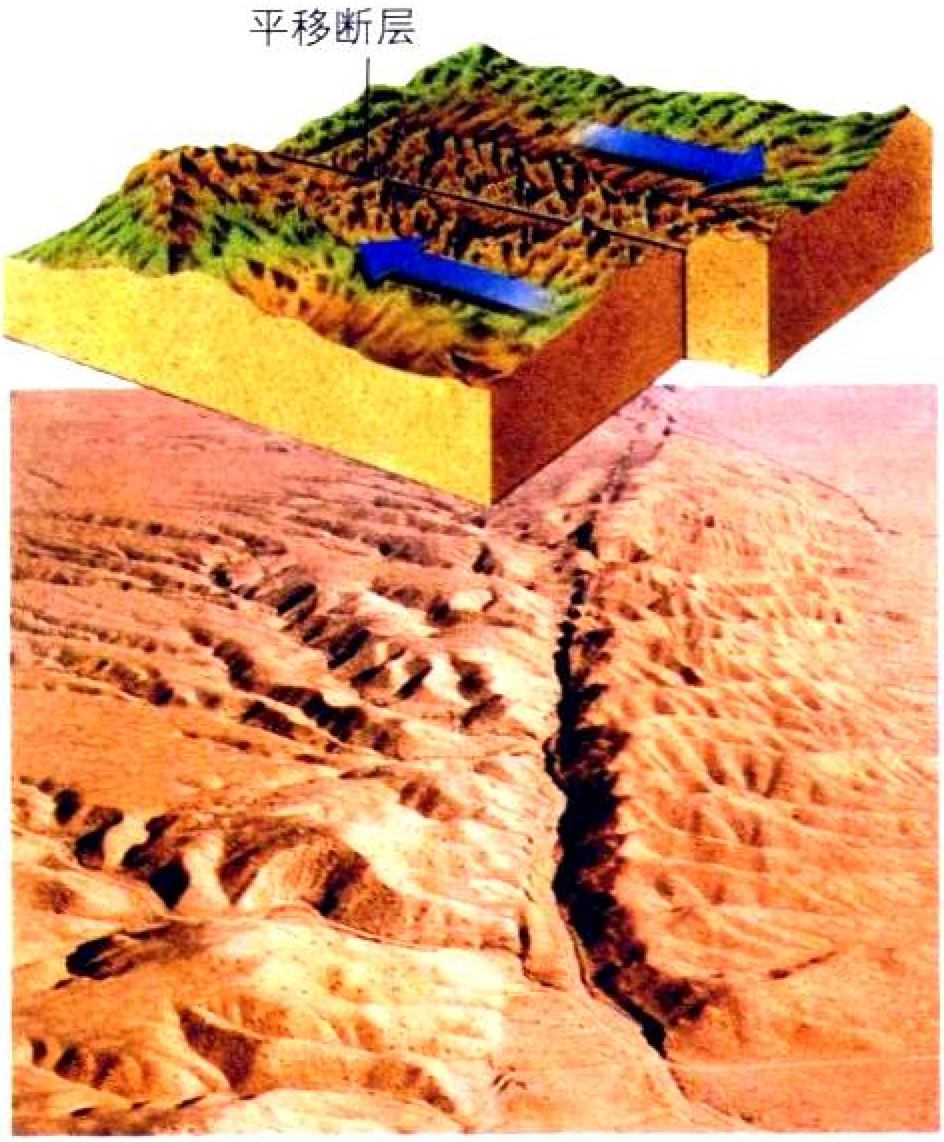


图 2-3 加利福尼亚圣安得列斯断层是平移断层，在地表上可以清楚地看出来。

断层类型

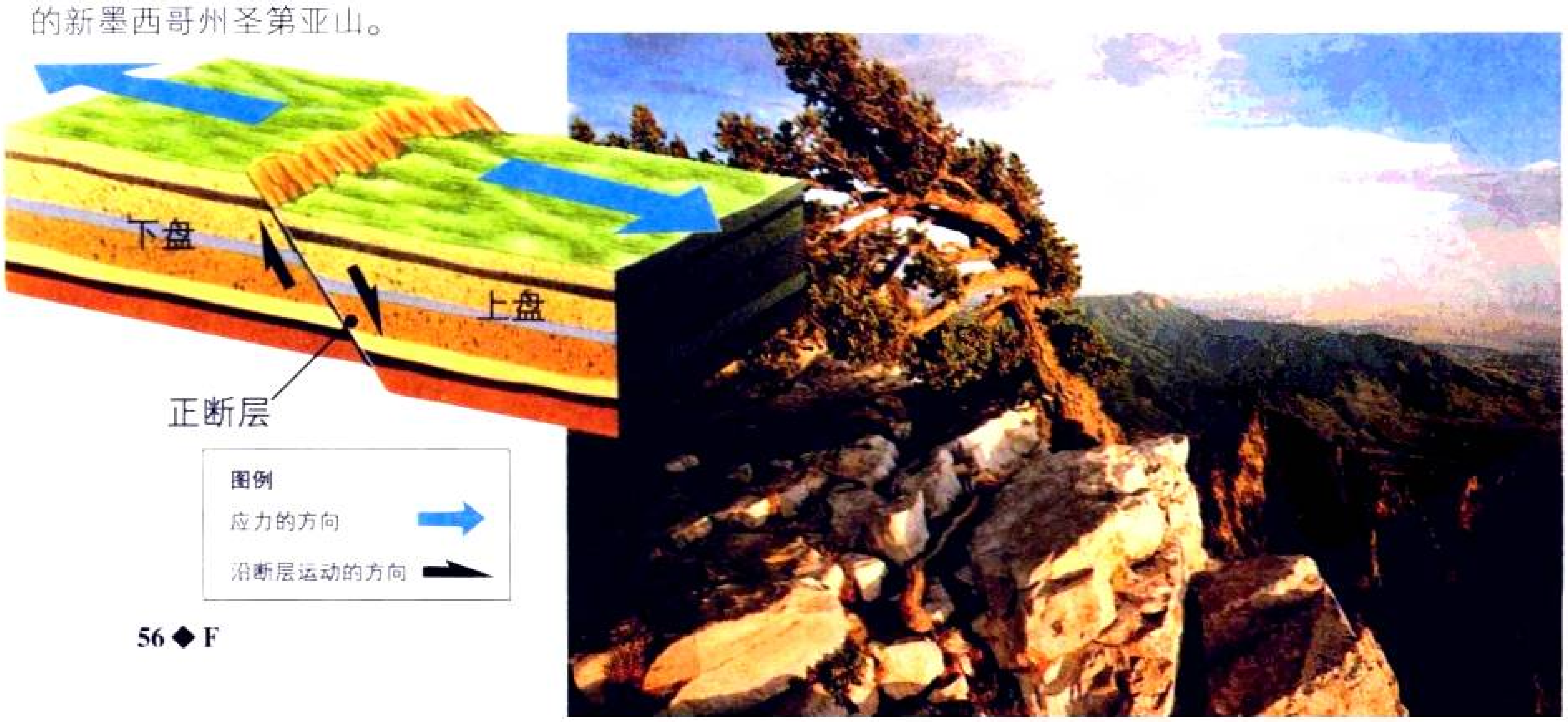
如果你试着将一块奶糖掰成两半，它可能会先弯曲或拉长。跟奶糖一样，很多岩石也能弯曲或折叠。但如果超过了一定限度，岩石就会断裂。刚性的岩石断裂时所需的应力比韧性的岩石要小得多。

当应力积累到一定程度时，岩石就会断裂，形成断层。**断层（fault）**是一种地壳断裂，它两边的岩石发生相互滑动，滑动方向可以向上、向下或水平移动。**断层总是发生在板块边缘，这些地方的板块运动对地壳的挤压、拉伸和剪切非常强烈，造成地壳破裂。**断层有三种类型：平移断层、正断层和逆断层。

平移断层 **平移断层（strike-slip fault）**是由剪切力作用产生的，断层面两侧的岩石只发生水平移动，几乎没有上下垂直运动。图2-3表示平移断层两盘的运动方向，两个板块之间以平移断层作为过渡，这种板块边界称为转换边界。加利福尼亚圣安得列斯断层就是转换边界上平移断层的一个例子。

正断层 **正断层（normal fault）**是在张力的作用下形成的，它的断层面是倾斜的，因此可分出上下盘。处在断层

图 2-4 由正断层形成的新墨西哥州圣第亚山。



面之上的称为**上盘**(**hanging wall**),处在断层面之下的称为**下盘**(**foot wall**)。如图2–4,我们可以清楚地看出上盘覆盖在下盘之上。在正断层中,上盘向下运动,下盘向上运动。在板块分离处,由张力的作用形成正断层。如沿新墨西哥里奥格兰德裂谷发育的正断层,它两边的地壳正处在分离过程中。

逆断层　**逆断层**(**reverse fault**)是在压力作用下形成的,逆断层具有与正断层相似的结构,但两盘的运动方向相反,如图2–5所示的逆断层中两盘运动的方向。与正断层类似,逆断层的断层面也是倾斜的,一盘在上、一盘在下。但与正断层不同的是,逆断层中上盘向上滑动,下盘向下滑动。美国东部的阿巴拉契亚山的一部分就是由逆断层形成的。

美国蒙大拿州国家冰川公园巍峨的山峰(如图2–5)也是由逆断层形成的。在几百万年后的今天,巨大的岩块还在沿着断层面向上滑动,这块巨大岩块突起在地表岩石之上,顶部已被风化剥蚀,留下裸露的峰尖。

想一想*　*断层有哪三种类型?分别由哪一种应力形成?



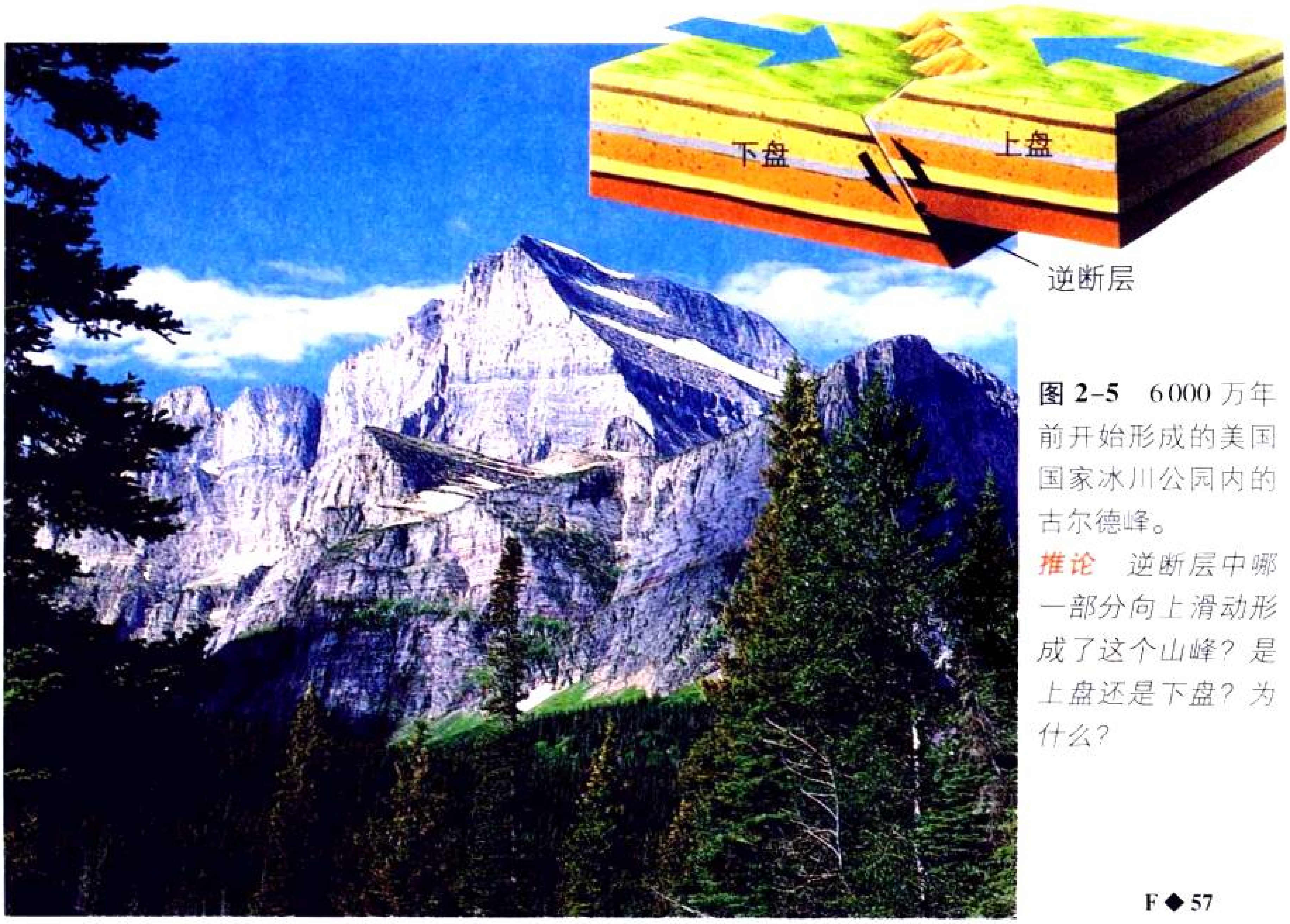


图 2–5　6 000 万年前开始形成的美国国家冰川公园内的古尔德峰。

推论　*逆断层中哪一部分向上滑动形成了这个山峰?是上盘还是下盘?为什么?*

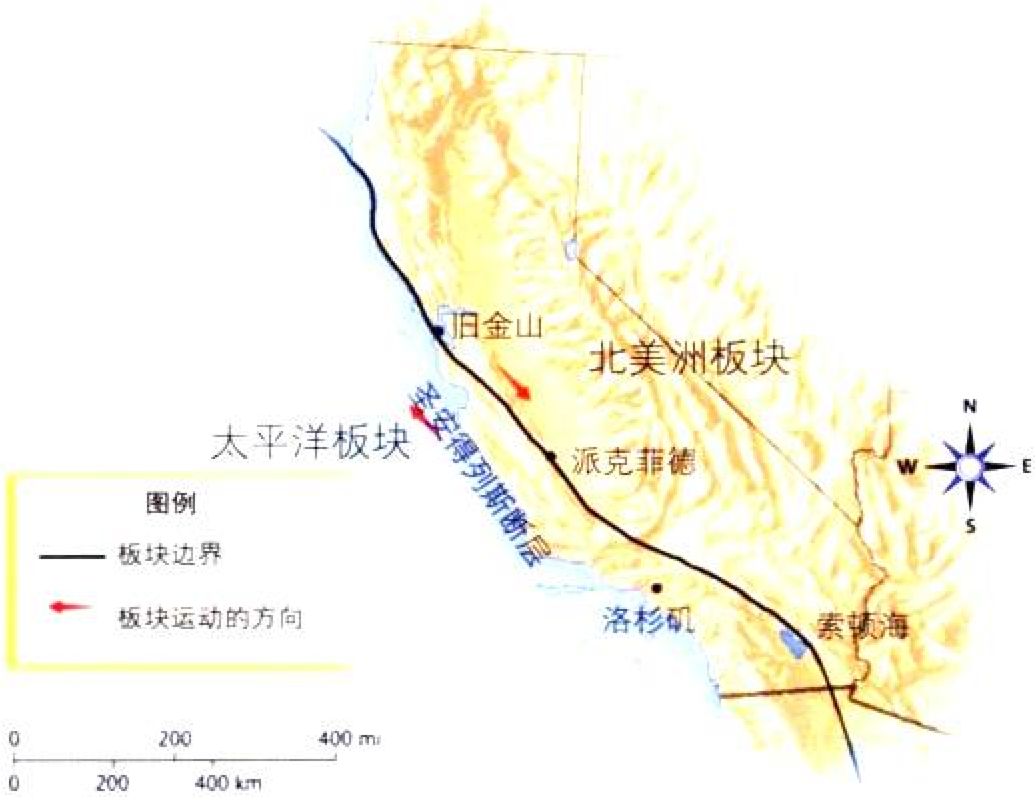


图 2-6 圣安得列斯断层从南加利福尼亚索顿海延伸到北加利福尼亚，并一直伸入太平洋。

断层摩擦力

与物理学的综合 岩石沿着断层面的运动方式取决于断层两盘之间摩擦力的大小。摩擦力是一个物体沿着另一个物体表面运动时，抵抗这一运动的一种力，它是由于物体表面不完全光滑而产生的。

当断层面摩擦力较小时，两盘相互滑动的阻力就小；当摩擦力中等大小时，断层的两盘就被挤到一起，并时不时猛地滑动一下，形成小地震；而如果摩擦力较大，断层两盘就牢牢地粘在一起，无法移动，于是，应力将不断聚积增大，直到能够克服摩擦力的阻碍为止。

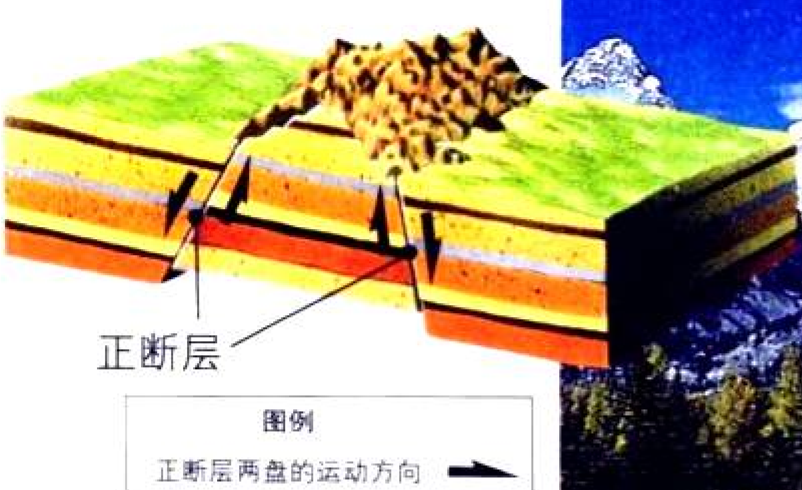
圣安得列斯断层构成了太平洋板块与北美洲板块的边界。在圣安得列斯断层沿线的大部分地区，摩擦力很大，板块不能移动。随着应力不断增大，直到发生地震，应力被释放出来，两个板块才得以相互滑动。

造山运动

板块运动可以使地壳褶皱、拉张和抬升。**经过数百万年，平坦的地表被板块运动改造成各种地貌形态，如断块山、褶皱山、向斜背斜、高原等。**

断块山脉　两个正断层作用于同一个岩块时，就形成**断块山**（**fault-block mountain**）。如图2-7是断块山的形成过程。当两个

图 2-7　两个正断层形成断块山脉，如美国怀俄明州与爱达荷州边界附近的泰顿山脉。





板块分离时，由于张力的作用形成许多正断层。如果两个正断层线相互平行，那么它们之间必然夹着一个岩块。如果中间的岩块相对上升，就形成山峰；如果中间的岩块相对下沉，就形成山谷。

当你开车从盐湖城到洛杉矶旅行，你将穿过许多断块山和大山谷相间分布的大盆地，这个大盆地覆盖了美国内华达州和犹他州西部。

褶皱山脉 有时板块运动导致地壳褶皱。你是否曾用脚蹭地毯，而把地毯蹭得皱起来？与地毯类似，岩层被挤压后也可以慢慢弯曲并且不断裂。当地壳在压力作用下变短、变厚时，岩层弯曲形成**褶皱（fold）**。

两个板块相互碰撞产生压力并形成地壳褶皱。地球上最大的山系，如亚洲的喜玛拉雅山、欧洲的阿尔卑斯山，都是两个板块碰撞过程中岩层褶皱形成的。板块的碰撞也可能导致地震，因为褶皱的岩层可能发生断裂，产生断层。

单个褶皱的宽度有的只有几厘米，有的可长达几百千米。在高速公路穿过的山边，你经常可以找到裸露岩石上的小褶皱。

增进技能

测量

活动

怎样测量摩擦力？

1. 把一个重物放在光滑平整的桌面上，用弹簧秤拉动重物。弹簧秤上的读数是多少？

   注意：单位是牛顿。

2. 在桌上放一张砂纸，重复步骤 1，将重物轻轻地从砂纸上拉过。

光滑桌面的摩擦力大，还是粗糙表面的摩擦力大？

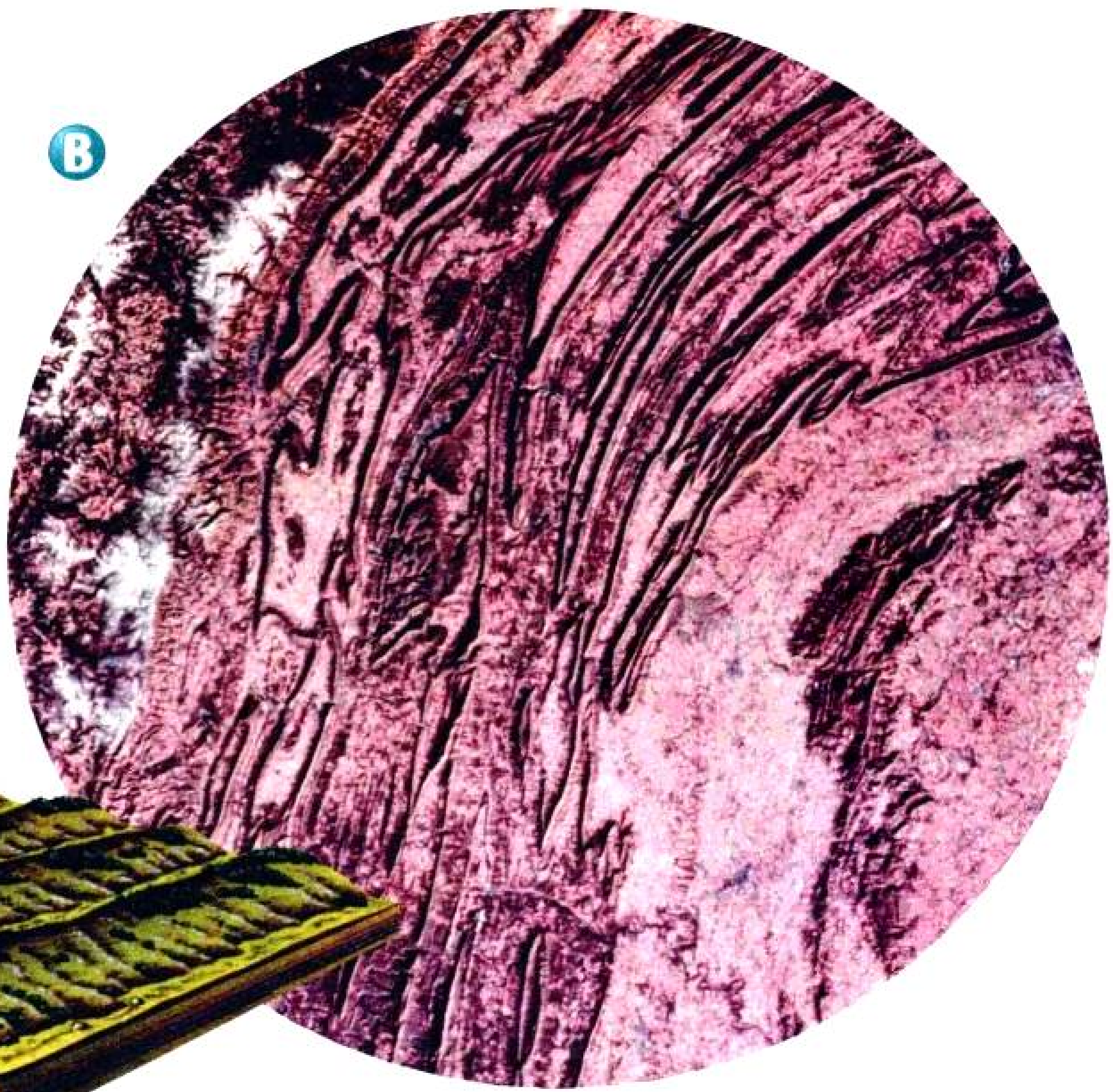


图 2-8 压力导致地壳褶皱。**A.**有的山脉是由褶皱岩层组成的。**B.**这是宾夕法尼亚哈里斯堡西部褶皱山系的卫星照片。



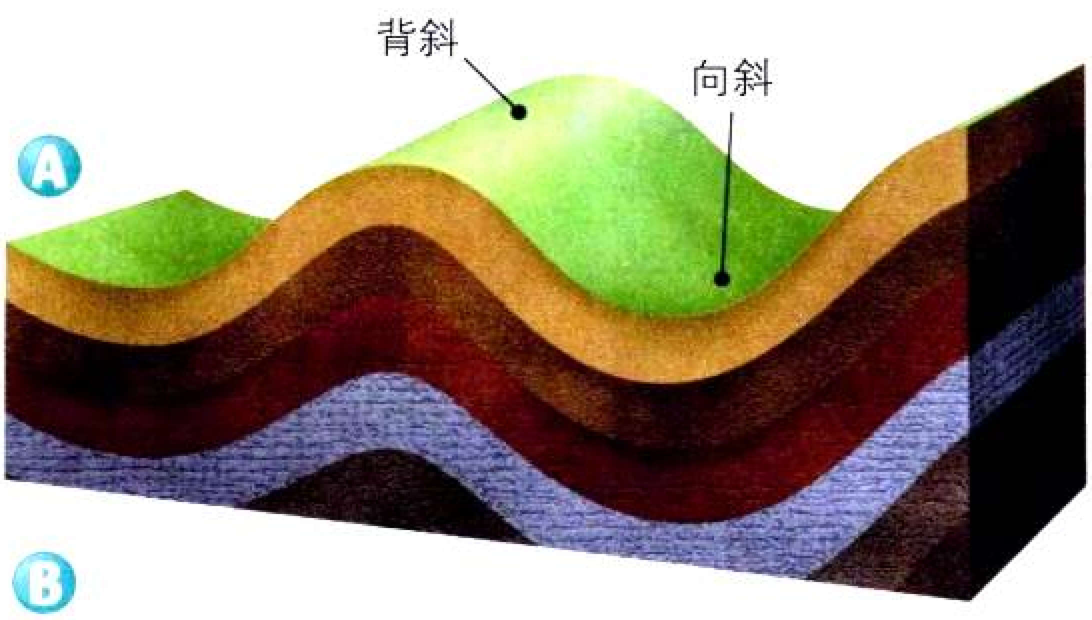
背斜和向斜 地质学家用背斜和向斜来描述岩层的向上褶皱和向下褶皱。如图2-9，比较向斜与背斜，如果岩层向上弯曲形成一个拱形，这种褶皱叫**背斜**（**anticline**）；如果岩层中间向下弯曲形成碗状，这种褶皱叫**向斜**（**syncline**）。背斜和向斜受压力作用，从而使地壳发生褶皱的地区很常见。

背斜的一个例子是南达科他州的黑山，大约在6 500万年前开始形成。在地壳应力的作用下，岩层形成一个巨大的圆顶状背斜。经过数百万年的风化剥蚀作用，背斜被改造成今天的黑山。

你也许发现，两个平行的山体之间的山谷一般为向斜，如伊利诺斯盆地，是从印地安那州西边一直向东延伸250千米形成的向斜，穿过整个伊利诺斯州。数百万年来，这个盆地被填满了土壤和岩石。

图 2-9 **A.**几百万年来，地壳在压力的作用下，褶皱形成向上隆起的背斜和向下凹陷的向斜。**B.**背斜的褶皱层可以在英国海边的断崖上看到。

A



B



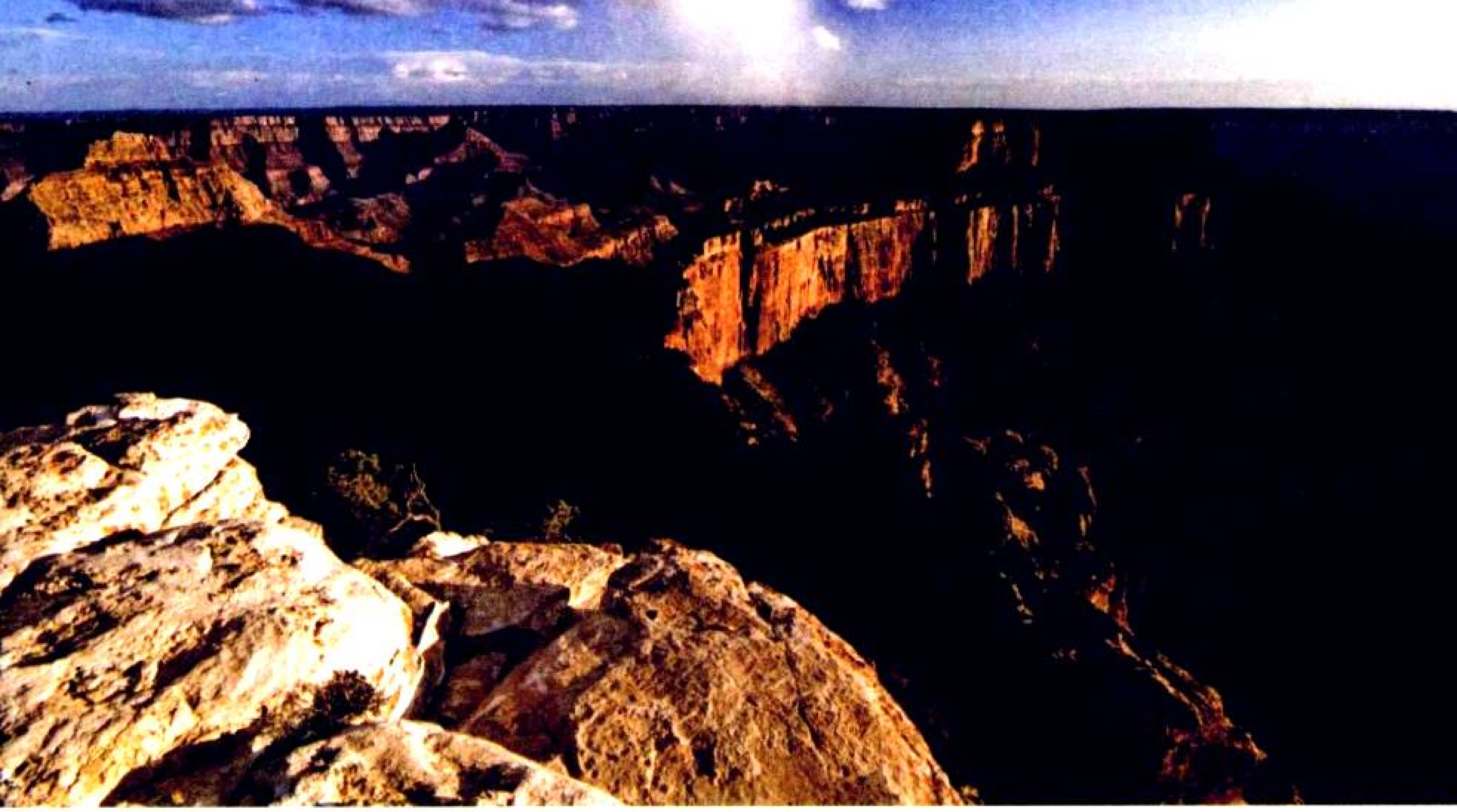


图 2-10 图中所示为美国大峡谷国家公园，它是科罗拉多高原的一部分。

高原　地壳应力可以将岩层抬高形成山体，也可以将岩层抬高形成高原。**高原（plateau）**是远远高于海平面的大面积平地，有的高原是由岩层在垂直方向断层的推动下被抬升形成的。就像一块巨大的三明治，高原也由很多不同地层组成，它的宽度远远大于高度。

在美国，地壳应力将亚利桑那州、犹他州、科罗拉多州和新墨西哥州这块“四角地区”抬升，形成科罗拉多高原，它略呈圆形，直径超过500千米，海拔基本在1 500米以上。这一巨厚地层曾是海底的一部分。

第一节复习

1. 岩层中有哪三种应力类型？
2. 分别描述三种断层中岩石的移动方式。
3. 由于断层运动，地表形态会发生什么变化？
4. 理性思维　推测　如果地壳受到板块运动的挤压，经过几百万年后会形成什么地形？请解释。

课题 2

检查进度

与同学一起讨论你要制作的模型，如选择什么材料用于抗震等。设计出草图，看看你的设计与老师的要求是否一致，考虑如何运用这些材料制作模型。

注意：草图应按比例画。

技能实验室

模拟断层运动

地壳发生断裂，大块岩石向上、向下或相互移动形成断层。在这个实验中，你将模拟断层的运动。

问题
不同类型断层两边岩石的运动方式有什么区别？

技能
制作模型

材料
两种或两种以上颜色的橡皮泥
铅笔
塑料小刀

步骤
1. 取一部分橡皮泥，把它压成0.5cm厚、6cm宽的正方形，然后取另一种颜色的橡皮泥再做同样大小的一块。
2. 将它们切成两半，叠在一起，两种颜色交叉叠放。不同颜色的橡皮泥代表不同的地层。颜色的区别有助于分辨断层运动发生后各岩层的变化情况。

   注意：在切的时候，不要用力过猛，以免将塑料刀折断。
3. 将分层叠放的橡皮泥压成手掌大小的长方体。
4. 用塑料小刀将橡皮泥小心地斜切开，如图所示。
5. 把切开的两块橡皮泥放在一起，但不要粘起来。
6. 回忆第一节中与断层有关的内容，确定模型中哪一块是上盘，哪一块是下盘，并用铅笔在模型上标注断层。
7. 模型中哪一部分代表地面？在两块橡皮泥的表面画一条河流，河水横穿断层流过，用箭头标注水流的方向，这个箭头必须从下盘指向上盘。
8. 绘制一个表格，内容包括不同类型的断层名称、断层两盘运动的方向以及地形变化

断层类型	断层两边如何移动	地形变化

9. 用你制作的模型模拟平移断层两盘的运动，在表格中记下运动类型和地形变化。
10. 按照步骤9，模拟正断层的运动。
11. 按照步骤9，模拟逆断层的运动。

分析与结论

根据表格中的数据绘制图表，并根据图表回答下面1~4题。

1. 在图表中显示每一类型断层两盘的运动方向。
2. 在图表中表示平移断层与另外两种断层运动的区别。
3. 在图表中增加一栏，列出对于不同类型的断层，河流的变化情况。
4. 假设河流从下盘流向上盘，哪一种类型的断层会形成小瀑布？
   提示：回忆一下，我们把哪一个作为上盘，哪一个作为下盘。
5. 如果你只看到断层在地表的部分，你怎样判断哪个是平移断层？哪个是正断层？
6. 如果你的模型中，上盘相对于下盘向上运动，那么将形成哪种类型的断层？当这种运动继续下去，上盘的岩石将在哪里终止？
7. 如果你从飞机上看到一排长而窄的湖泊沿着断层分布，你知道这是由哪种类型的断层形成的吗？
8. **交流信息** 这个模型在哪些方面对你描绘断层沿线发生的现象有帮助？在哪些方面反映得不够准确？虽然有不准确的地方，但模型的优点还有哪些？

进一步的探索

在地表，断层不是孤立存在的。与同学合作，把你们做的模型拼接成断块山或大裂谷。

提示：都用正断层。

怎样用模型模拟逆断层的造山过程？



SECTION 2 地震的探测

探索 **活动**

地震波怎样在地球内部传播



1. 准备一根玩具弹簧，在地板上将它拉长，请同学握住弹簧的一端。注意别拉得太长，以免超过弹簧的弹性限度。
2. 将弹簧中的四个弹簧圈挤在一起，然后放开。弹簧圈会怎样运动？
3. 等弹簧停止运动后，猛地把弹簧从一边拉到另一边，弹簧圈又将怎样运动？

注意：请你的同学紧紧抓住一端，不要放手。

思考

观察 描述你在实验中观察到的两种波。

阅读指南

- 地震能量如何在地球内部传递？
- 各种地震波的特点是什么？
- 用什么尺度来衡量地震强度？

阅读提示 阅读前先浏览本节的图和标题，猜一猜，地震能量是怎样在地壳中传递的？

地球从未停止过运动。全世界每天大约发生8 000次地震，但它们大多非常微弱，我们觉察不到。如果地震强度大到能把厨房碗柜的盘子震响，那么人们马上就能意识到，并且几乎每个人都会问："这次地震有多大？震中在哪里？"

要知道震中的位置，首先必须知道地震是从哪里开始的。当然，地震都是从地下岩石开始的，多数地震从地表以下100千米的岩石圈开始。地震开始于一个特殊的点，即**震源（focus）**，震源处的岩石在地壳应力的作用下发生破裂，形成地震。震源投影到地面的点叫**震中（epicenter）**。

地震波

在你敲鼓时，你会发现鼓声的大小完全取决于你用力的大小。与鼓声类似，地震产生的震动叫波，这种波能穿过固体物质向外传播，并在传播过程中，能量也随之传递。**地震波（seismic wave）**是从震源向各个方向传播的一种震动。地震波很像水面的波纹，如图2-11，我们可以看到地震波从震源向各个方向向外传播。

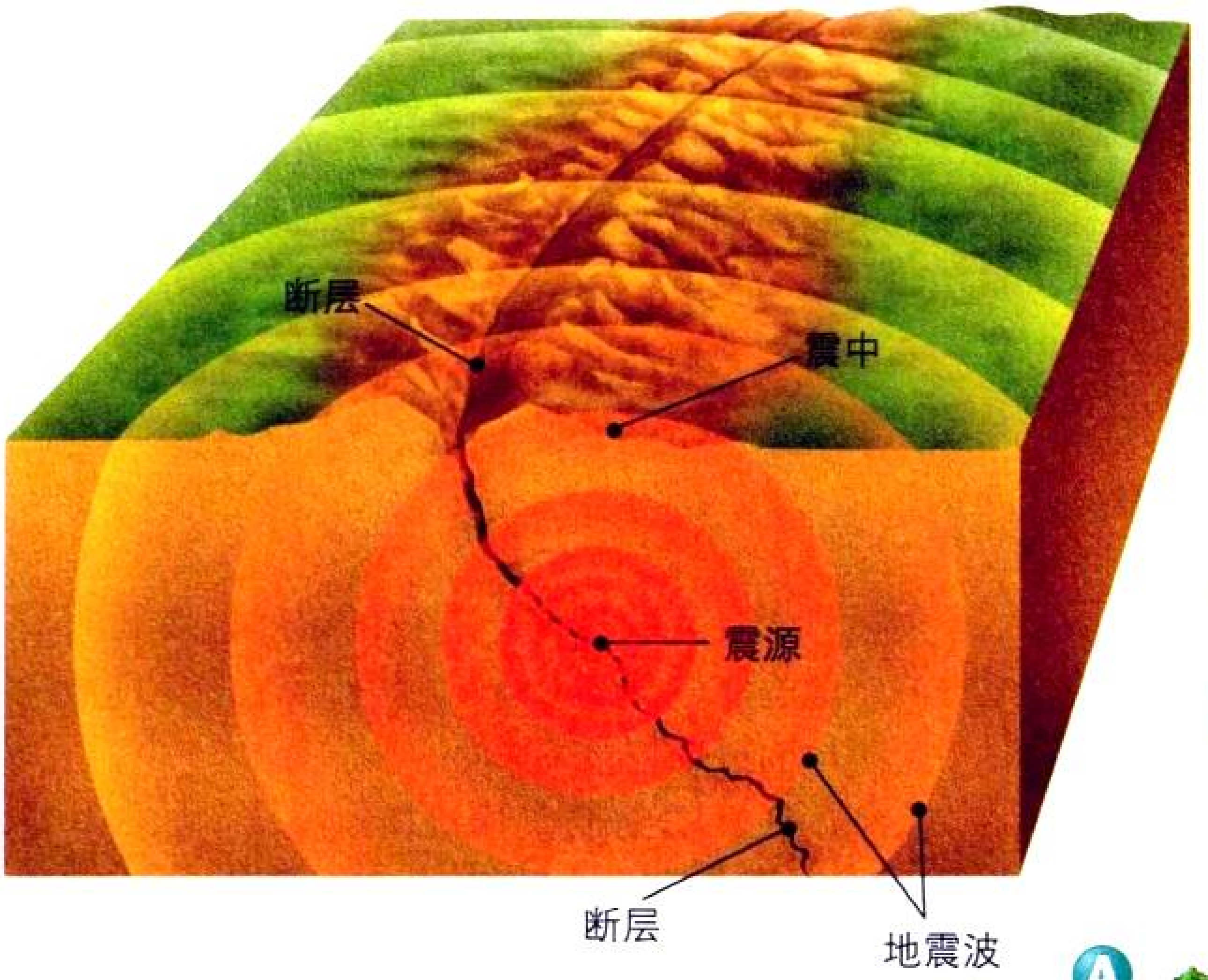


图 2-11 地壳深处的岩石发生破裂，引发地震。
图解 震源投影到地表的点叫什么？

地震波把震源处的能量传送到地表。 在地表，震中能量最大，但最猛烈的摇晃却不在这儿，而可能发生在距震中数千米远的地方。震中周围的土壤和岩石类型不同，地面震动的强度也不同。在第三节中，我们将了解更多关于受地震波影响的知识。

地震波有三种类型：纵波（P 波）、横波（S 波）、表面波。 地震从震源发出两种地震波：纵波和横波，这两种波到达地表后，形成表面波。

P 波　首先到达地面的波称为纵波，通常叫**P波（P wave）**。P波是一种像手风琴一样使地面一伸一缩、即上下振动的地震波。P波能将建筑物上下压缩和扩张。请参照图2-12，比较P波和S波。

S波　在P波之后到达地表的波是横波，通常叫**S波（S wave）**。S波是横向振动的地震波，它导致建筑物前后摇晃，对建筑物的结构造成严重破坏。与P波不同，S波只能在固体中传播，不能在液体中传播。

表面波　当P波和S波到达地表后，一部分转化成表面波。**表面波（suface wave）**的传播比P波和S波

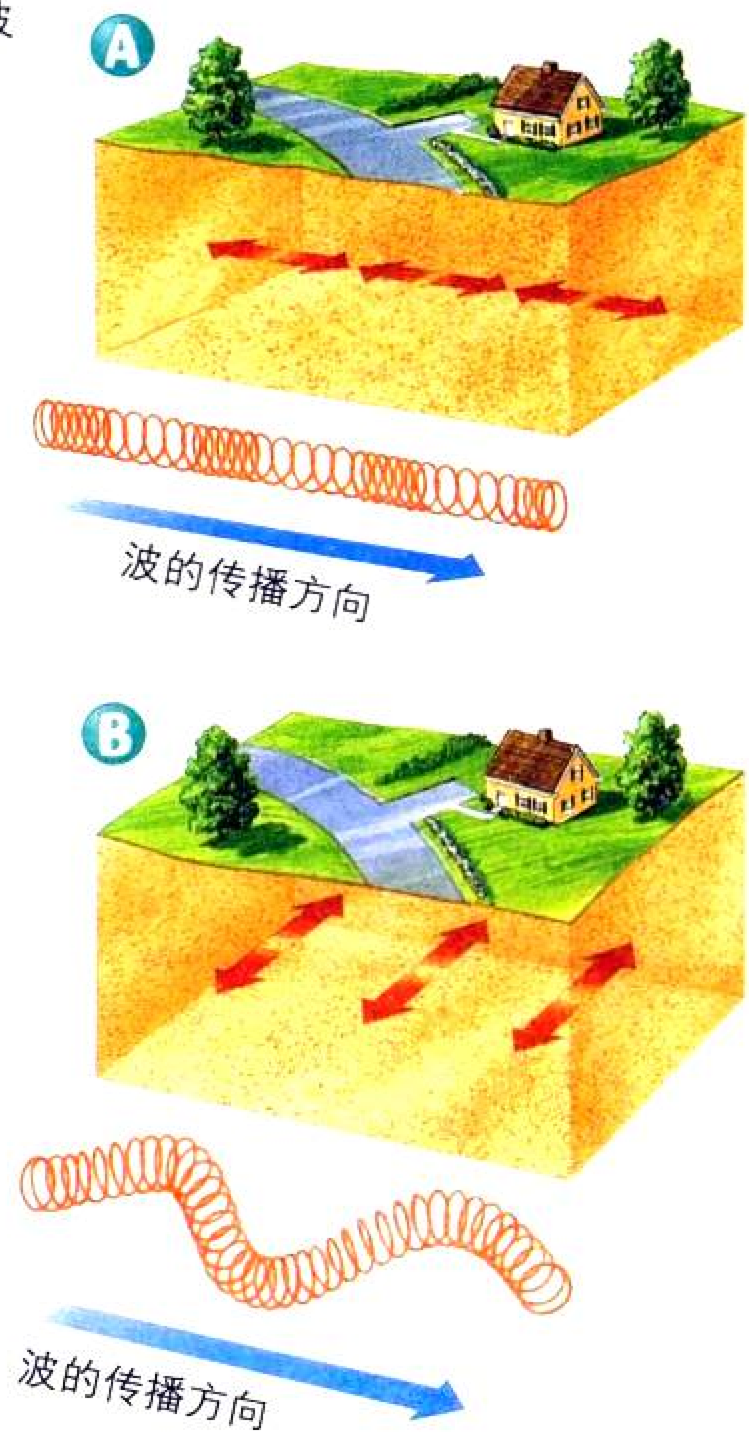


图 2-12 **A.**对于 P 波，质点沿着波的传播方向前后震动。**B.**对于 S 波，质点在垂直于传播方向上上下左右震动。

·试一试·

记录地震波 活动

与两位同学一起模拟地震仪的工作过程。



1. 将一本大书放在桌面上。
2. 在铅笔上绕上1米长的纸条，握住铅笔。
3. 另一只手拿钢笔，笔尖靠在纸条上。
4. 当你把笔拿稳后，请一位同学慢慢拉动纸条，让纸条在书上滑行。
5. 几秒钟后，请另一位同学先轻轻摇晃书本，然后用力摇动。

观察 当地震发生时，纸条上的线有什么变化？如果震动强烈，又有什么变化？

慢，但表面波的破坏性更大，有的表面波能把地面震动得像波浪翻滚的大海一样，建筑物就像浪尖上的小船。

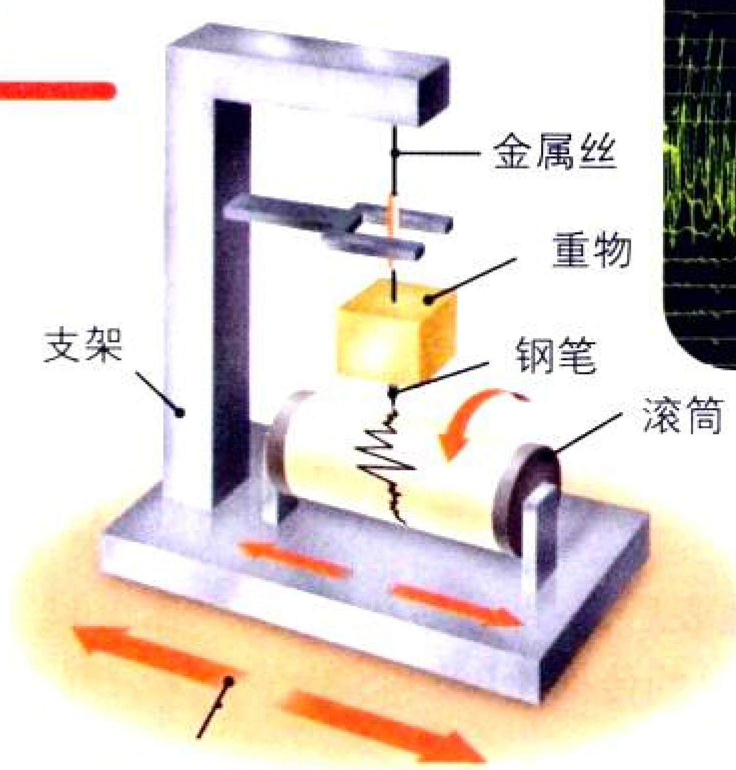
☑ **想一想** ***地震波分为哪三种类型？***

地震波监测

地质学家使用一种叫地震仪的仪器记录和测量地震波。**地震仪（seismograph）**能把地震波穿过地球时引起的地面振动记录下来。

直到近代，科学家仍使用机械地震仪。如图2-13所示，机械地震仪由一个重物、一支钢笔、一个支架和一个滚筒组成。重物用弹簧或金属丝连在支架上，钢笔被固定在重物上，笔尖接触裹着记录纸的滚筒。在正常情况下，钢笔在记录纸上画出的是一条直线；当地震发生时，地震波引起滚筒摇摆，于是钢笔就把滚筒的摇摆记录了下来。地震越剧烈，记录下来的折线的摆动幅度就越大。

现在科学家使用电子地震仪，它的工作原理与机械地震仪相同，但电子地震仪可将地面振动转换为可记录与打印的信息。



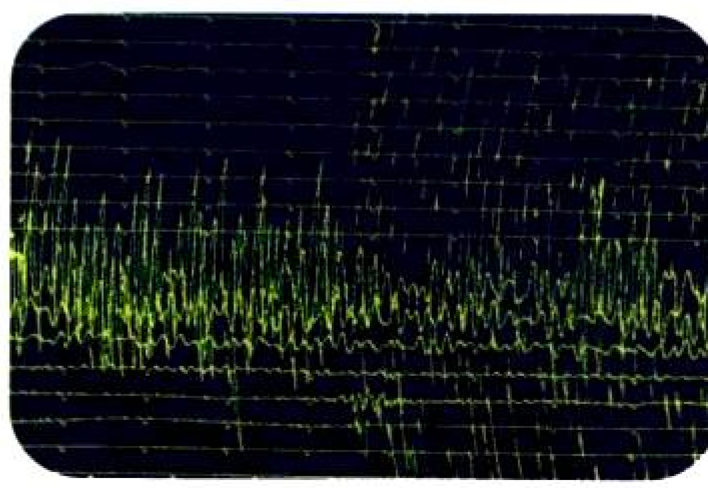


图 2-13 机械地震仪记录的地震波。从这个记录中可以看出，不同地震波到达地表的时间是不同的。



梅尔卡利地震烈度表	
烈度	地震影响
Ⅰ－Ⅱ	几乎感觉不到。
Ⅲ－Ⅳ	感觉到震动，就像卡车开过的感觉，不稳定的物体被扰动。
Ⅴ－Ⅵ	盘子和窗户被震响，书架上的书被震落。
Ⅶ－Ⅷ	人们冲出室外，破坏程度中等到较严重。
Ⅸ－Ⅹ	建筑物地基被动摇或倒塌，地上出现裂缝，地面发生移动。
Ⅺ－Ⅻ	严重破坏，地面出现宽裂缝，地面强烈波动。

图 2-14 1997 年，意大利福利尼奥的一场地震损坏了该市市政厅大楼上的塔（左）。梅尔卡利地震烈度表（右）是根据地震的破坏程度，用罗马数字对地震进行分级。

应用概念 *福利尼奥市政厅的破坏程度用梅尔卡利烈度来衡量，属第几级地震？*

地震的强度

地质学家要衡量地震的强度，必须考虑多种因素，因此就有许多不同的衡量方法，目前已超过二十几种，它们各有优缺点。这里我们介绍梅尔卡利烈度、芮克特烈度和瞬时震级法3种。**震级（magnitude）**是根据地震波和沿断层的运动来衡量地震强度的级别。

梅尔卡利烈度 **梅尔卡利烈度（Mercalli scale）**形成于20世纪初期，它是根据某地地面遭破坏的程度来衡量地震的一种方法。梅尔卡利烈度不是一种精确测量，但十二级分类基本可以描述清楚地震对人、建筑物和地面的影响。同一次地震可以有不同的梅尔卡利烈度，因为不同地方受到的破坏程度是不同的。

芮克特烈度 **芮克特烈度（Richter scale）**根据利用特殊地震仪测得的地震波来度量，它是20世纪30年代发展起来的，并被全世界的地质学家使用了50多年，最终电子地震仪取代了机械地震仪，包括用于芮克特烈度的机械地震仪。芮克特烈度对衡量小的、近距离的地震比较准确，对大地震和远距离地震，效果不够理想。

地震震级表	
地震	瞬时震级
加利福尼亚 旧金山，1906年	7.7
智利南部，1960年	9.5
阿拉斯加 安克雷奇，1964年	9.2
加利福尼亚 洛马普列塔，1989年	7.2
加利福尼亚 诺斯里奇/洛杉矶，1994年	6.7

图 2-15 这张表列出了 20 世纪一些大地震的震级。

瞬时震级　**瞬时震级（moment magnitude scale）**是根据一次地震释放出的能量来衡量地震强度的方法，现在地质学家通常采用这种方法。**瞬时震级可以用来衡量不同大小、不同距离的地震。**前面提到的芮克特烈度所制定的震级就是瞬时震级。

为了确定地震的震级，地质学家必须先研究地震仪测得的地震波资料。这些资料显示了地震产生的是哪一种地震波，强度有多大；同时还可以帮助科学家了解断层移动的距离和破坏岩石的力量的大小。地质学家综合这些信息进行瞬时震级的划分。

震级小于5.0的地震都属于小地震，破坏程度很小，震级大于5.0的地震的破坏程度就大得多。震级为6.0 的地震所释放的能量是 5.0 级的32倍，是4.0 级的1 000倍左右。

想一想　地震强度有哪三种衡量方法?

震中的确定

地质学家根据地震波来确定震中。地震波的传播速度不同，P波最快，S波紧随其后。科学家测量P波和S波到达的时间差，就可以确定震中与地震仪之间的距离。距离震中越远，时间差就越大。



图 2-16 就震级而言，1906 年旧金山大地震不是 20 世纪最大的地震，但是这次地震摧毁了大量建筑物，引发火灾，使整个城市成为一片废墟。

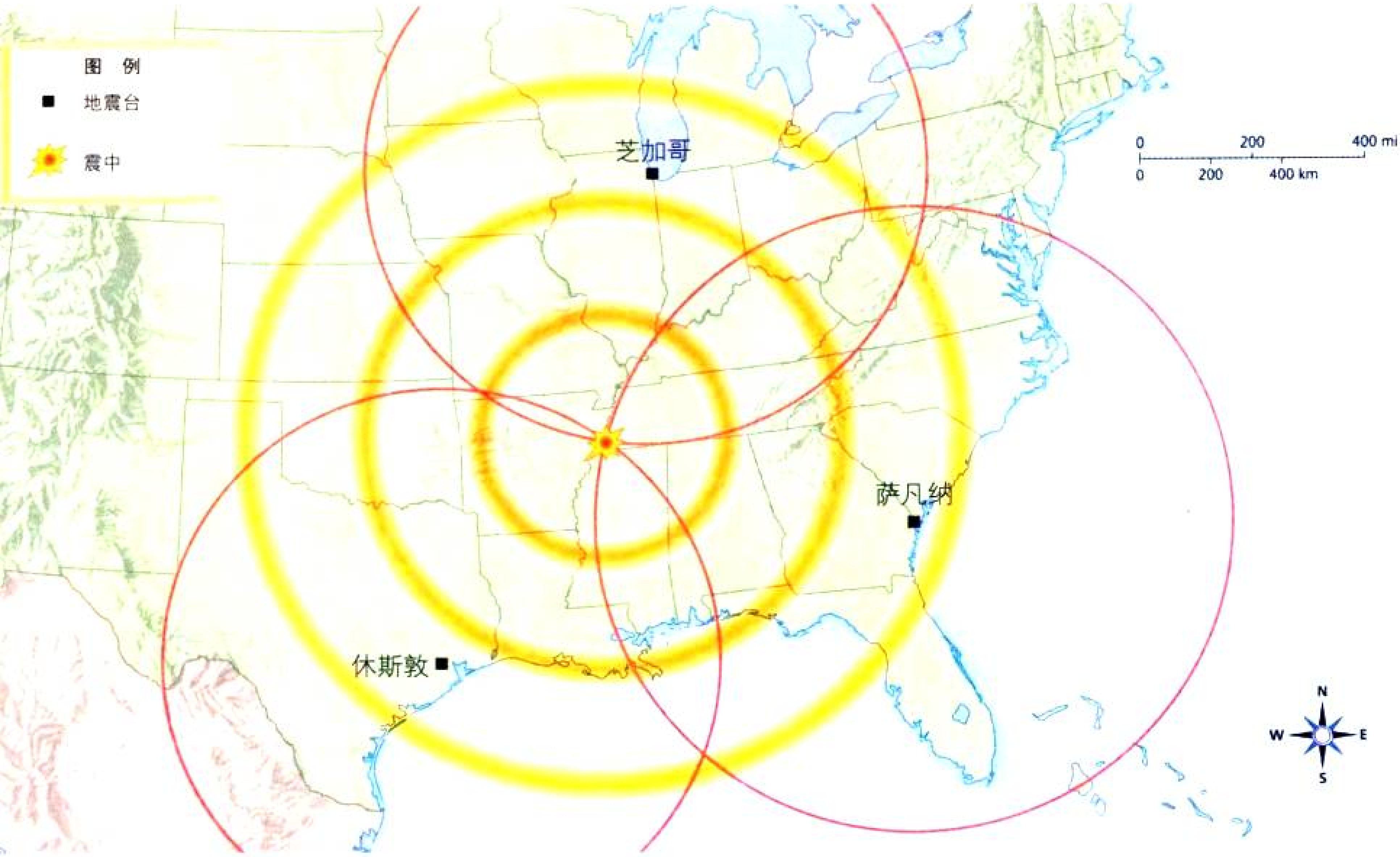


图 2-17 这幅图表示如何运用三个地震台的地震波数据确定震中位置。

测量 运用地图比例尺计算从震中到萨凡纳和休斯敦的距离。哪个城市距离震中近一些？

与数学的综合 地质学家收集遍布于世界各地的地震台测得的数据，以地震仪所在的位置为圆心，震中到地震仪的距离为半径，至少画出三个圆，三个圆的交点就是震中的位置，如图2-17。只画两个圆不能确定震中的位置，为什么？

第二节复习

1. 地震的能量是怎样到达地表的？
2. 描述三种地震波。
3. 地质学家目前通常使用什么体系来衡量地震的大小？
4. **理性思维** **因果关系** 描述地球内部深处，震中能量的释放是怎样对距离震中数千米外的地表造成破坏的。

课题 2

检查进度

现在该完成草图设计，开始制作模型了。学习了地震的知识后，你觉得草图还需要完善吗？请你的同学提一些改进意见。模型做好后，测试模型的抗震能力，并把抗震情况记录下来。

确定震中位置

如果你是一位地震学家，那么你必须到全国各地收集地震资料。已知位于丹佛、休斯敦、迈阿密的地震仪记录的P波和S波到达当地的时间差，请你根据这些数据来确定这次地震的震中位置。

问题

怎样确定震中位置？

技能

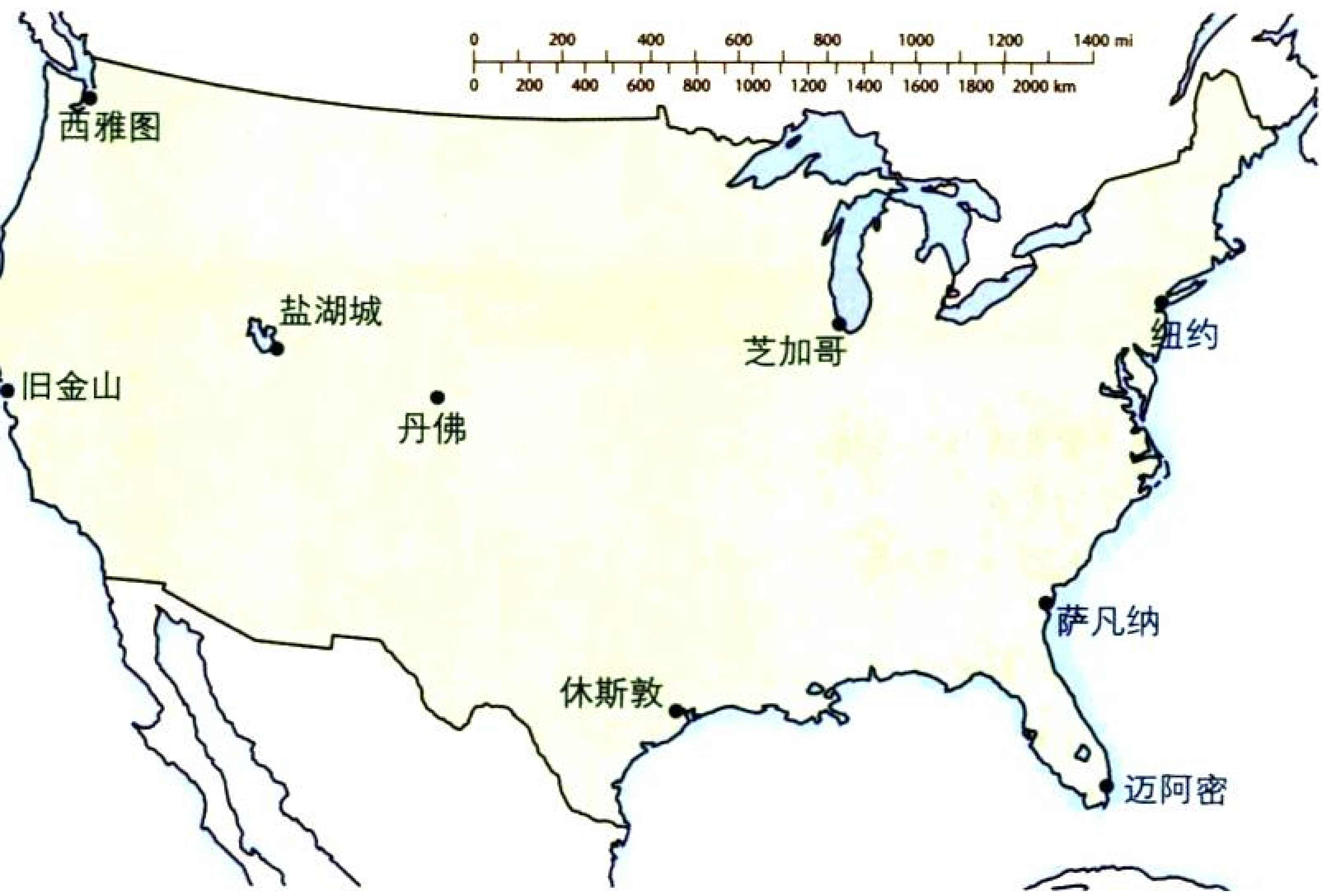
解释数据　得出结论

材料

画图圆规　美国地图

步骤

1. 根据地震资料，列表表示不同地震波到达的时间。
2. 第71页的曲线图反映了P波和S波到达的时间差与震中到地震台之间距离的关系。在y轴上找出在丹佛测到的两波的时间差，经过该点作一条平行于x轴的直线，交曲线于一点。沿交点画向下的垂线，与x轴交点的读数就是丹佛到震中的距离。将这个数据填到表中。



数据表

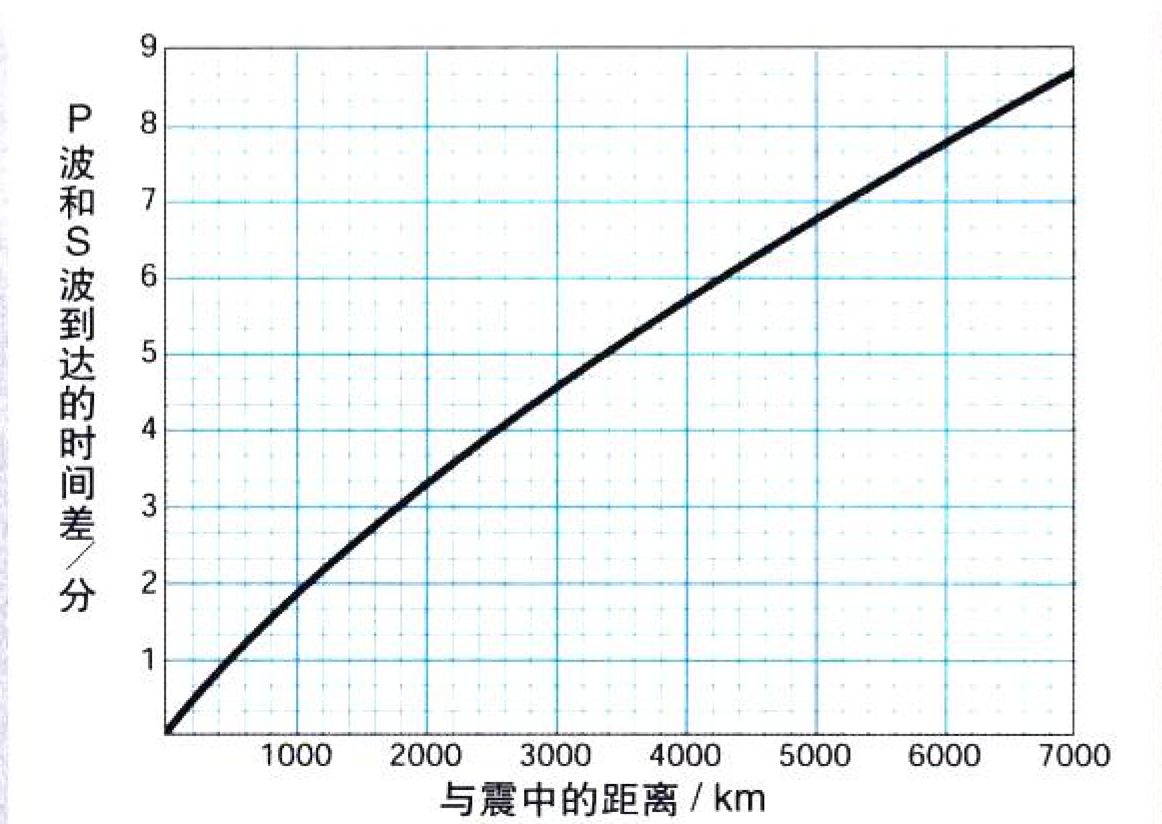
城市	P波和S波到达的时间差	与震中的距离
丹佛，科罗拉多州	2分10秒	
休斯敦，得克萨斯州	3分55秒	
迈阿密，佛罗里达州	5分40秒	

3. 对休斯敦和迈阿密，重复步骤2。
4. 使圆规两脚之间的距离等于你在数据表中记下的从丹佛到震中的距离。
5. 以丹佛为圆心，以步骤4中确定的距离为半径画圆。

   注意：圆不要画到纸外面。
6. 对休斯敦和迈阿密，重复步骤4和步骤5。

分析与总结

1. **得出结论** 观察刚才画的三个圆，找出震中位置。
2. **测量** 图中哪一个城市距离震中最近？距离是多少千米？
3. **推论** 表中所列的三个城市中，哪一个城市的地震仪最先测到地震波？哪一个最后测到？
4. **交流信息** 要确定震中，为什么必须知道至少三个地震台到震中的距离？
5. **做出判断** 你确定的震中距离旧金山有多远？对位于旧金山的地震台，P波、S波到达的时间差是多少？
6. **分析数据** P波、S波到达的时间差随着震中距离的增加有什么变化？
7. **得出结论** 假设你是一位地震学家。如果震中集中在一个地区，你对这个地区的地壳有什么看法？



进一步的探索

请把你刚才确定的震中位置在第81页的地震分布图中标注出来。根据该图，你认为这次地震是偶然的吗？这次地震对该地区有什么危害？然后请参照第43页的地球岩石圈板块图，你能找出这次地震发生的原因吗？

SECTION 3 地震的危害与抗震

探 索 **活 动**



支撑能防止楼房倒塌吗

1. 用四根麦杆做一个正方形，把它立在桌上。
2. 一只手握住正方形的底边，另一只手将上边往左边推，一直推到不能再推为止。
3. 在方框中间再横向绑一根麦杆，重复步骤 2。

思考

推测 第五根麦杆有什么作用？如果将一张卡片粘到方框上，有什么效果？根据观察，你认为地震是怎样破坏房屋结构的？

阅读指南

- 地震有哪些危害？
- 采取哪些措施可以减少地震危害？

阅读提示 开始阅读前，先浏览一下本节各部分的标题，推测人们可以采取哪些措施来减少地震危害。

在1995年1月的一个寒冷的早晨，一场大地震震醒了日本神户150万居民。在可怕的20秒钟内，地震摧毁了几千幢大楼，破坏了高速公路，造成130起火灾，夺去5 000多人的生命。

在这次大地震中倒塌的楼房大多建成于20年前，大部分是两层、木结构瓦房，这种上重下轻的房子在地震中就像用铅笔支着一本重书一样，很不稳定。许多较新的楼房之所以没有倒塌，是因为它们采用了防震设计，可以抵抗较强烈的地震。



图 2-18 1995 年日本神户发生 6.9 级地震，许多楼房被摧毁。



图 2-19 地震导致这座房屋下面的泥土液化。地震波能在几秒钟内将固体泥土变成液体泥浆。

提出问题 *在地震危险区，人们在建房前应先考虑哪些问题？*

地震危害

强烈的地震总伴随着毁灭性破坏。**由地震波产生的强烈震动，可以破坏或摧毁楼房、桥梁、电线杆等，甚至震裂煤气和自来水管道。**S波产生上下左右的震动，这种震动产生的扭曲力扫过震中附近地面，将应力传给楼房，导致楼房倒塌。地震也可引起滑坡和雪崩。在沿海地区，地震掀起的巨浪具有更大的破坏性。

土质状况　地震波从密度、硬度都较大的岩石向松散的泥土传播，结果土壤震动的幅度比在岩石中要剧烈得多。土壤越厚，震动就越剧烈，这意味着建在岩石上的房屋比建在沙滩上的房屋受到的震动要小。

泥土液化作用　1964年，强烈地震肆虐阿拉斯加州安克雷奇，地面出现宽达9米的裂缝，这个裂缝是泥土液化作用形成的。**液化作用（liquefaction）**是由于突然剧烈震动，柔软松散的泥土就转变为泥浆，湿度大的泥土最容易发生液化作用。当发生液化作用时，泥土变成泥浆，楼房因此下沉、坍塌。

液化作用也可诱发滑坡。在1964年的安克雷奇地震中，滑坡将整个房屋开发区冲向悬崖，最终掉入大海。

余震　有的楼房是被余震震坏的。**余震（aftershock）**是指大地震过后，在该地区再次发生的地震。余震可以发生在几小时之后，也可以发生在几天，甚至几个月之后。

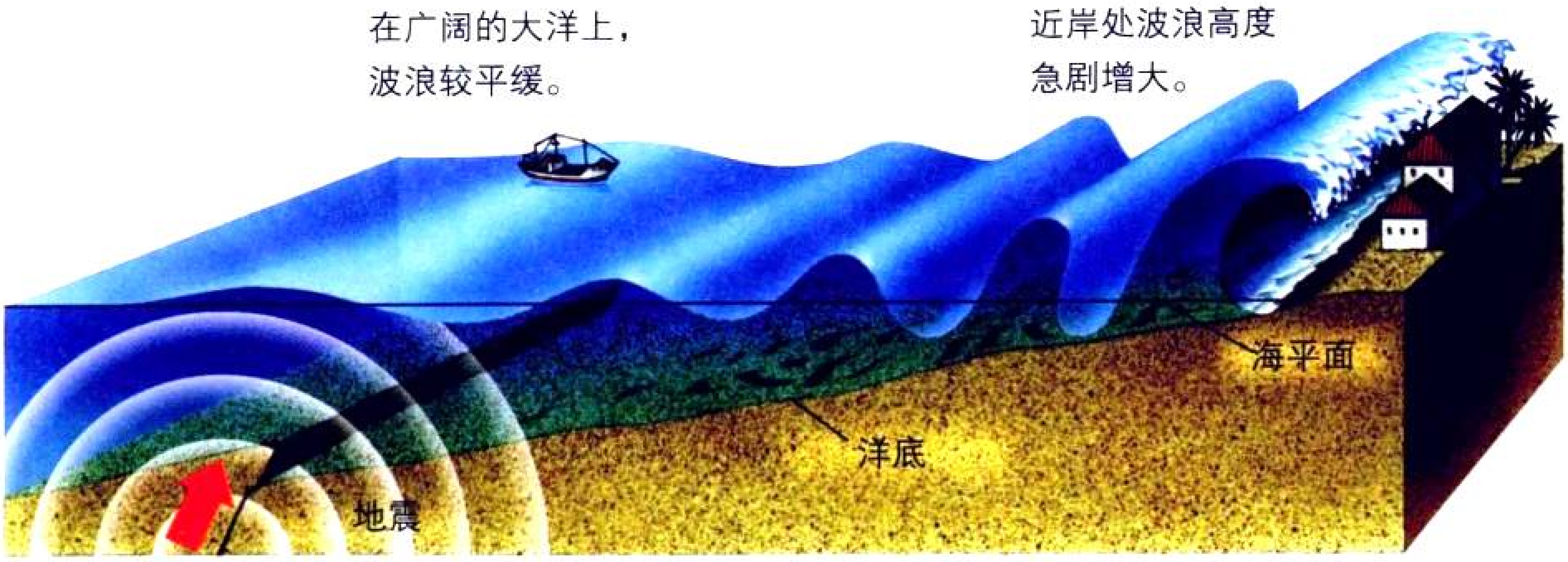


图 2-20 海啸形成的波浪开始很小，但当它靠近岸边时就变成滔天巨浪。

海啸　地震使海底震动，造成洋底板块运动，洋底微微抬升，扰动海水。当地震达到一定强度时，被地震扰动的海水形成巨浪，这就是**海啸（tsunami）**。如图2-20是海啸的形成过程。

海啸从震中向四周扩散，传遍整个大洋。在开阔的洋面上，海啸形成的相邻波浪之间的距离很长，通常在100~200千米之间，不过波浪平缓，波高仅高于正常波浪0.5米左右。然而，当它们接近海岸附近的浅水区时，波浪变得紧凑起来，一浪高过一浪，有的甚至有六层楼房那么高。

☑ *想一想* ***地震危害的主要原因是什么？***

增进技能

计算　活动

海啸报警系统是提醒住在太平洋岸边的居民的警报，当地质学家发现海底发生地震后，立即向沿海地区发出通报。

阿拉斯加海湾距离夏威夷 3 600 千米。阿拉斯加海湾发生地震，地震波大约以 560 千米/秒的速度传播，引起的海啸的传播速度是 640 千米/时。地震波在几分钟内到达夏威夷，被地震仪记录下来，地震波的到达警告人们海啸紧随而至。夏威夷可提前多长时间得到发生海啸的警报？

建造抗震房屋

绝大多数与地震有关的伤亡都是由于楼房或其他建筑物的损坏造成的。**为了减少地震损失，新建的楼房应更坚固，更具柔韧性，老楼房必须重新修缮，以抵御强烈的震动。**新建建筑物的结构必须更坚固，并具有一定的柔韧性，从而在遭到扭曲时不至于断裂。第75页的“探索防震的楼房”告诉我们怎样才能使房屋在地震中更安全。

选址　建在不同地点的房屋，在地震时遭到的破坏程度是不同的。陡坡有滑坡的危险，冲积平原受到的震动更剧烈，因此，应尽量避免在这些地方建造房屋。另外，活动断层附近也不宜建造楼房，因为地震波在穿过地球的过程中，力量逐渐减少，所以离开断层越远，震动强度越小。

探索 防震的楼房

为了防震，人们在建造房屋时采取各种措施，如加固房屋本身，防止物体歪斜或坠落等。



A. 为了防止书架、壁橱、食品柜倾斜，用 L 形托架将它们固定到墙壁上。

B. 用轻质金属箍加固砖砌的烟囱。

C. 阁楼、烟囱周围、天花板的横梁上都钉一层三合板，以防砖头坠落。

D. 将床顶和挂在墙上的重物搬走，把床放在远离玻璃窗的地方。

E. 用三合板加固房间下面过道的墙壁。

F. 在房屋构架的连接处用金属加固。

G. 为了减少地震引发的火灾，应将热水器固定在墙壁上，防止管线坠落或破裂，学会正确关闭煤气、水和电。

H. 将房子固定到地基上，以防止房屋从地基上滑脱。



图 2-21 建筑师和工程师正在设计抗震型楼房。

建筑方法 房子的建造方法决定了它的抗震性能。砖质或木质楼房如果不加厚或加固墙壁，在地震中大多会倒塌。三合板常被用来加固木质楼房的支架。

为了减少由于泥土液化带来的破坏，有些地区的地层由没有固结成岩石的土层构成，在这种地区新建房屋必须把地基打到基岩上，桥梁和高速公路立交桥的建设更应得到硬土层的支撑。

与工程学的综合 有一种建筑物，它的结构可以减少地震传给它的能量，我们称之为**基础隔离建筑**（**base-isolated building**）。如图2-22，基础隔离建筑建在能吸收震动的橡胶垫或弹簧上。就像汽车下的弹簧能削弱由于路面崎岖造成的颠簸，基础隔离建筑下的橡胶垫或弹簧能使房屋在地震时只是前后轻微摇晃，而不至于强烈震动。

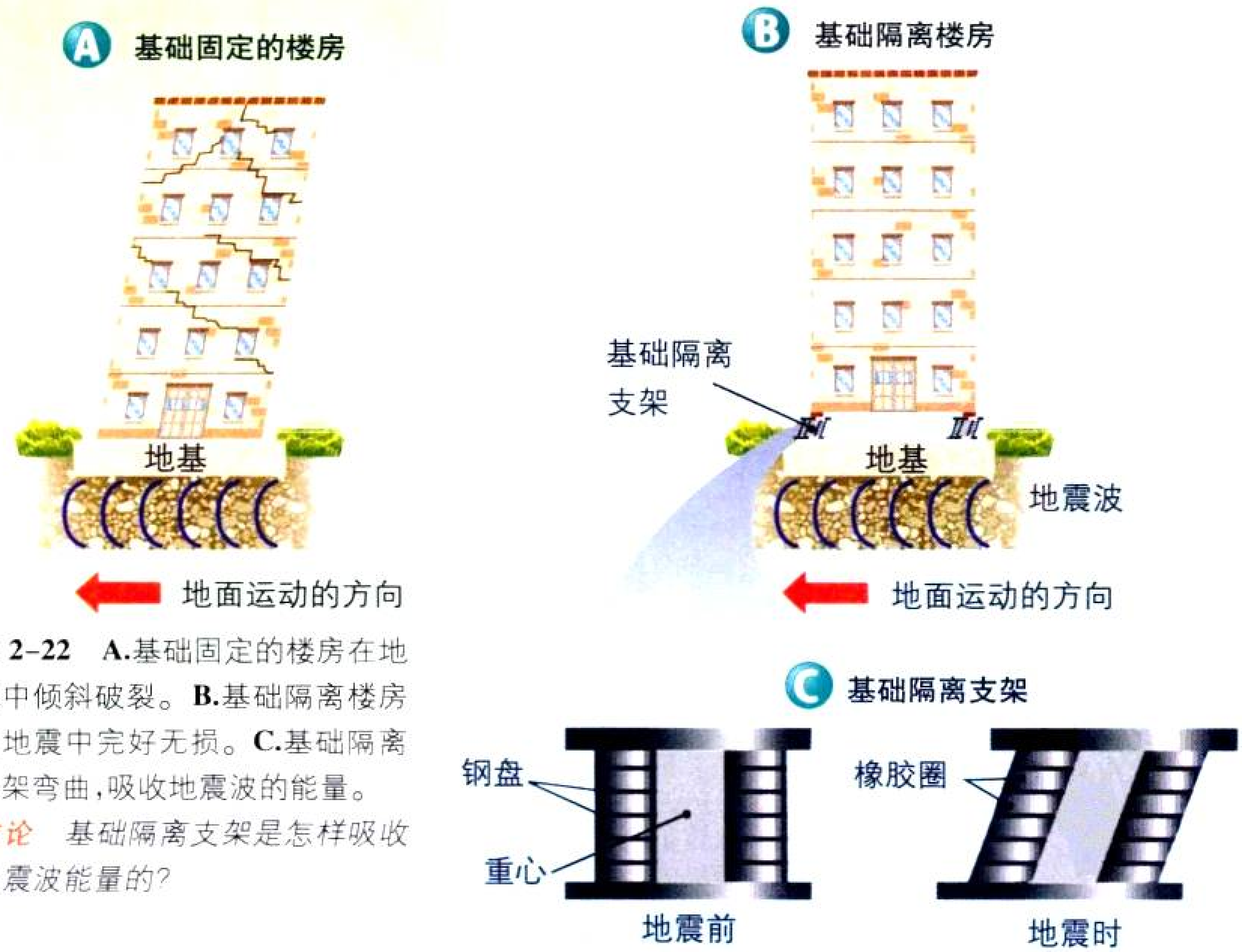


图 2-22 **A.**基础固定的楼房在地震中倾斜破裂。**B.**基础隔离楼房在地震中完好无损。**C.**基础隔离支架弯曲，吸收地震波的能量。

推论 基础隔离支架是怎样吸收地震波能量的？

许多地震危害并不是直接由震动造成的，而是由于地震造成煤气管道和水管破裂，间接引发火灾和洪灾的结果。在煤气和自来水管线上安装软接头可防止管线破裂，而如果在管线上安装可自动关闭的阀门，那么当发生紧急情况时，管线能自动切断煤气和水流。

自我保护

发生地震时你应该怎么做？主要的危险来自坠物和飞溅的玻璃屑。保护自己的最佳办法是**下蹲、遮盖和紧握**。也就是说，蹲在一张结实的桌子下面，手紧紧握住桌脚，并依靠这张桌子挡住坠物。如果没有可用的桌子，那么你应靠墙蹲下，远离外墙，用双臂保护头和脖子避免被窗户、镜子、墙上的悬挂物或家具砸伤。

如果你在室外，请跑到类似操场这样的开阔地带，远离汽车、电线、树和楼房，尤其是砖墙的或带有砖砌烟囱的楼房，坐在地上以免摔倒。

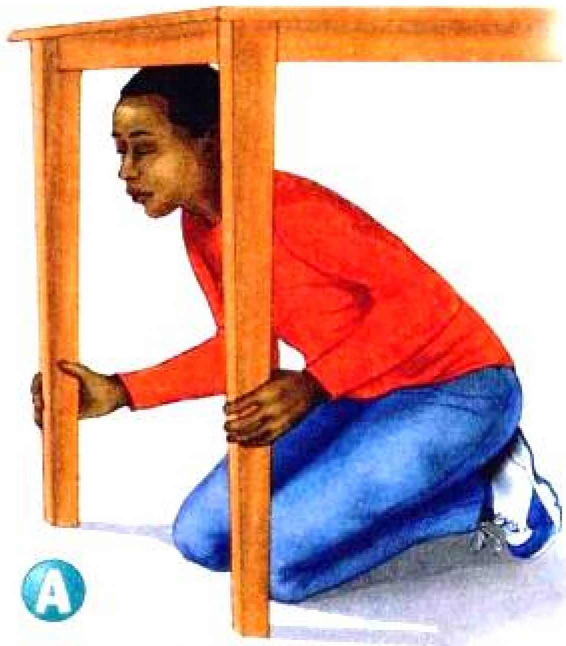




图 2-23 如果地震发生时你正在室内，采取下蹲、遮盖和紧握的办法保护自己。**A.**如果可能，应蹲在桌子下。**B.**紧靠内墙壁蹲下，用双臂保护头和脖子。

与健康科学的综合 大地震后，水电供应中断，食品店关门，旅行也很困难，好几天后这些服务才能恢复。为了应付这种紧急情况，住在地震高发区的人们应做好应急准备，如应急箱，箱内装些罐头食品、水和急救用品，并放在容易拿到的地方。

第三节复习

1. 请解释泥土液化作用的形成过程，并解释它怎样造成危害。
2. 人们采取哪些措施来减少地震对房屋的破坏？
3. 地震发生时，你可以采取哪些方法来保护自己？
4. **理性思维　解决问题**　如果你是房屋开发公司的建筑师，正计划开发的地区是地震多发地，那么你在开发时应该避免使用哪一类型的土地？在哪儿建房才安全？

身边的科学

向你的家人展示地震对下面两种不同结构的房屋的影响：一种是上面部分较重，另一种是下面部分较重。折叠两块小毛巾，放在一起作为断层模型。在毛巾上放一叠书，其中轻的放下面，重的放上面。朝相反方向轻轻拉动毛巾，直到书本倾斜为止。重复这一过程，但这一次把重的放下面，轻的放上面。与家人一起讨论哪种结构更稳定。

SECTION 4 监测断层活动

探索 活动

应力可以测量吗

1. 将纸巾展开平铺在桌面上。
2. 用尺量出纸巾的长度。
3. 抓住纸巾的两端，轻轻拉动。用尺量出被拉伸的纸巾长度。
4. 再次把纸巾拉长，这一次多用点力。

思考

结论 纸巾与断层的两盘类似吗？探测应力对预测地震有什么帮助？

阅读指南

◆ 地质学家怎样监测断层？

◆ 地质学家怎样判断此次地震有没有危险？

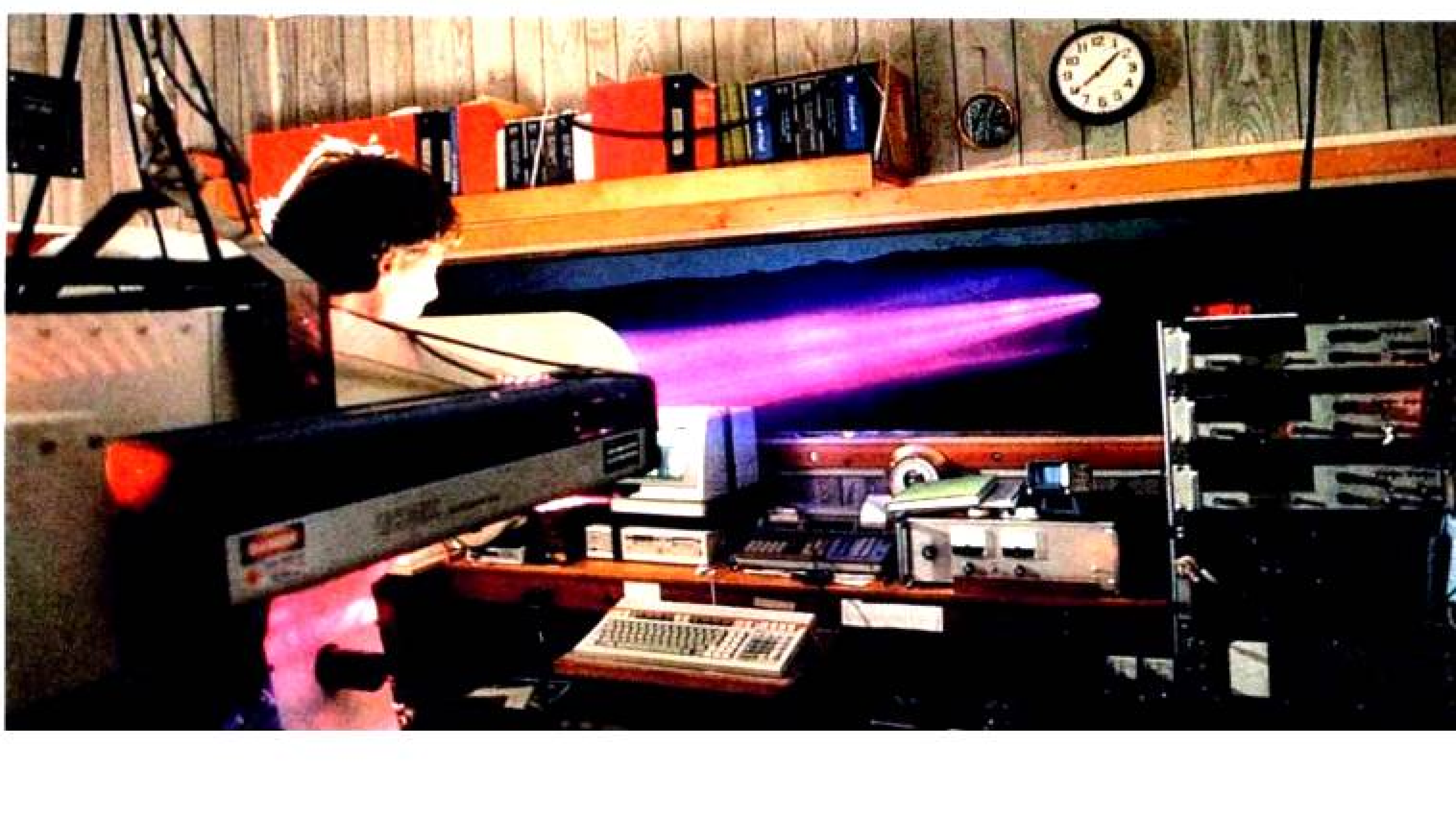
阅读提示 在阅读过程中，将监测地震的仪器列出来，并各写一段话说明。

加利福尼亚小城派克菲德座落在洛杉矶与旧金山之间的圣安得列斯断层的中部，地质学家对这个小城很感兴趣，因为从1857~1966年间，每隔22年左右这里就发生一次强烈地震。科学家还未在其他地方发现如此有规律的地震周期。

20世纪80年代初期，地质学家预测，在1985~1993年间，派克菲德将发生强烈地震，他们迫不及待地架设好仪器等待着。可是过了一年又一年，预期的地震并没有发生。直到1993~1994年间，派克菲德沿安得列斯断层附近发生了几次中等规模的地震。

这几次地震是不是取代了地质学家预测的大地震呢？或者圣安得列斯断层发生变化，自己打破了22年的地震周期？地质学家还没有找到答案。目前地质学家继续在监测圣安得列斯断层，相信将来有一天人们能找到精确预测地震的办法。

图 2-24 这个激光束用来监测加利福尼亚圣安得列斯断层的运动情况。



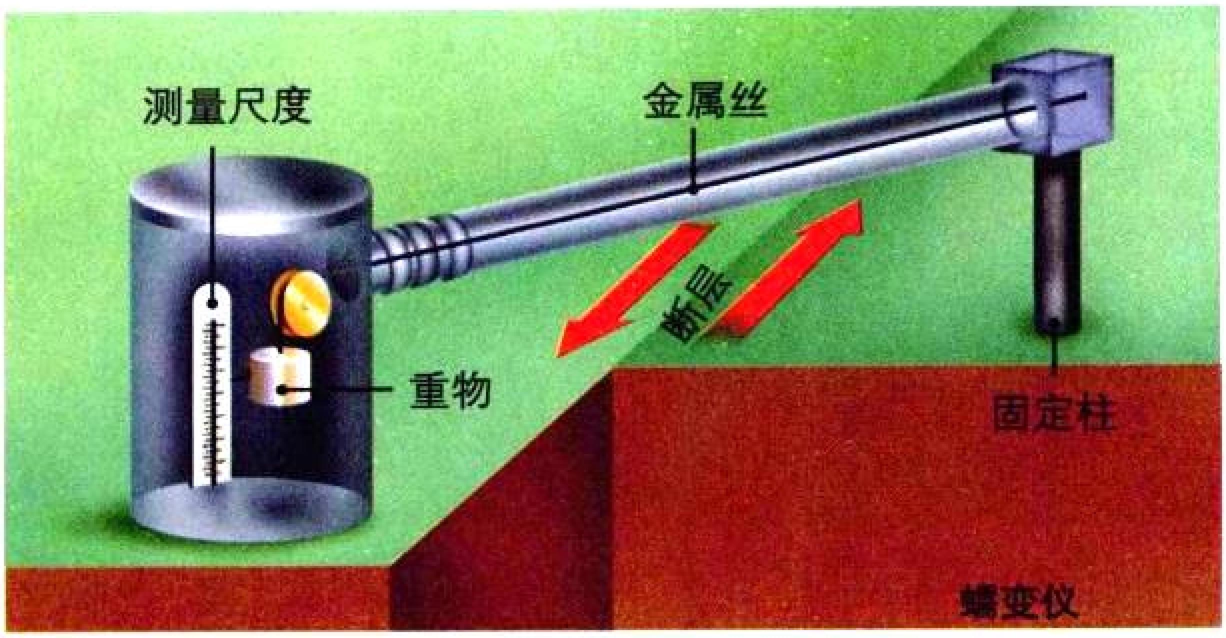


图 2-25 蠕变仪可用来探测沿平移断层产生的运动。

监测断层的仪器

在预测地震的研究过程中，地质学家首先假设地表位置的变化是即将发生地震的信号，并由此发明了一些能够记录地面沿断层移动的距离的仪器。**为了探测到地表位置的变化情况，首先应定位测量仪器。**

遗憾的是，地震发生时总是没有任何警告，惟一的线索也许就是地面的微微抬升和倾斜。地质学家用来测量这些变化的工具有蠕变仪、激光对准仪、倾斜计、卫星等。

蠕变仪 如图2-25，蠕变仪的结构是用一根金属丝横跨断层线，断层线一侧的金属丝被固定在一根柱子上，另一侧连着一个重物。当断层移动时，这个重物跟着上下移动。地质学家可以从测量尺度上读出重物移动的距离，这就是断层两盘移动的距离。

激光对准仪 激光对准仪是运用激光束来测量非常微弱的断层运动的一种仪器。通过测定激光束到达反射器并反射回来所需要的时间的变化，地质学家可以很精确地计算出发生器到反射器之间距离的变化情况。

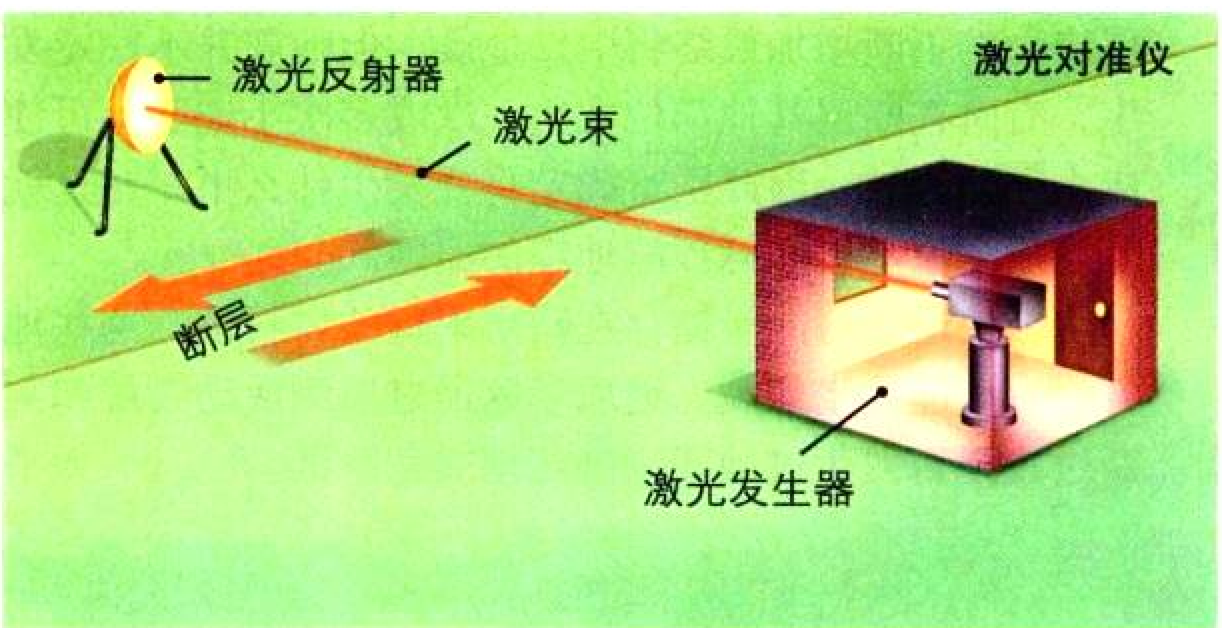


图 2-26 激光对准仪根据测量激光反射器反射的激光来探测断层运动。

比较与对比 *蠕变仪和激光对准仪有什么异同点？*

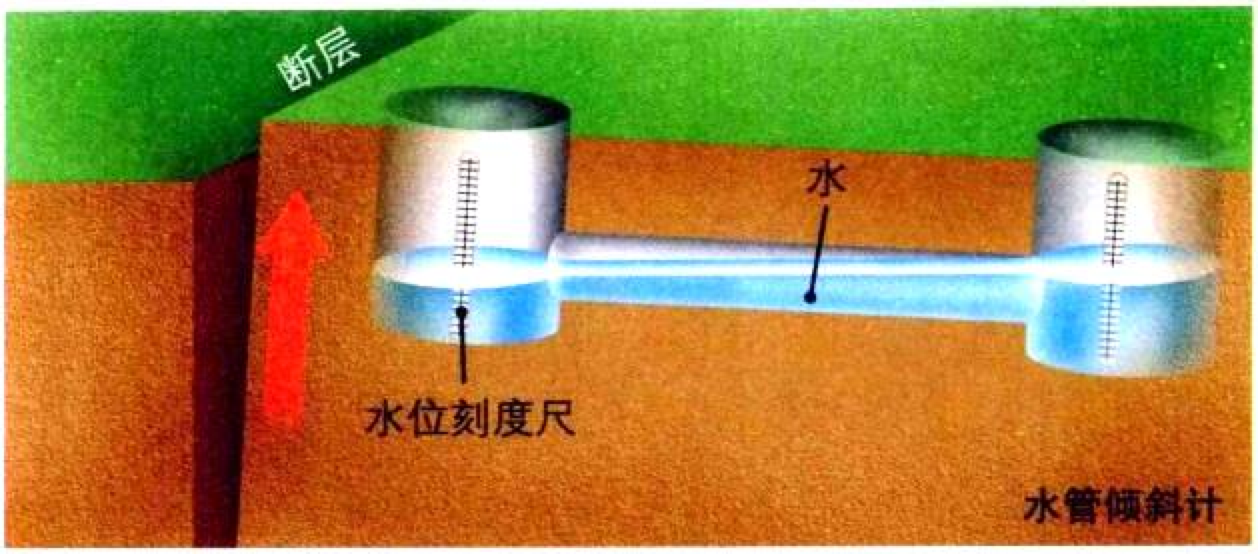


图 2-27 倾斜计能测量沿着断层的垂直运动。

倾斜计 倾斜计用来测量地面发生倾斜的程度。你看到过木匠的水平仪吗?它就是倾斜计的一种。地质学家使用的倾斜计由两个装有液体的相互联通的圆柱体组成，如图2-27所示。如果地面微微抬升或下沉，倾斜计中的液体就从一端流向另一端。每个圆柱体上都有刻度，可以读出圆柱体中液体的深度。地质学家根据这两个读数计算出断层两盘的倾斜程度。

语言艺术链接

在报道突发事件新闻的节目中，为了使新闻内容引人入胜，并尽可能简洁，记者常运用"5个疑问"，即谁、什么事、在哪儿、什么时候和为什么来写新闻稿。

阅读DIY

假如你是一名地方新闻节目主持人，你正在主持新闻节目，突然收到一条消息，在这个国家的另一个城市发生了大地震，你必须立刻播报这条紧急新闻。请用"5个疑问"写一篇报道。

与空间科学的综合 **卫星监测** 除了地面仪器外，地质学家还运用装备雷达的卫星对断层进行拍照。卫星向地面发射并记录被地面反射回的电磁波。根据电磁波从卫星到地面、再从地面返回卫星所需的时间，可以精确地计算出地面到卫星的距离，这个距离随着地表的改变而变化。对比不同时间拍摄到的同一地区的照片，地质学家可以分析出地面高度变化的资料。

☑ **想一想** ***监测断层的仪器测量什么?***

美国的地震危险监测

即使掌握了由各种渠道获得的数据，地质学家也不一定能精确预测将发生地震的时间和地点。一般来说，断层应力的不断增加最终将引发地震，但地震并不一定发生，有时在断层其他部位发生一次或多次小地震也可使应力得到释放。因此很难确定将要发生什么事——这就是地质学家不能准确预测地震的原因。

板块运动将能量储存在断层附近的岩石中，这些地方最有可能发生地震。**地质学家通过监测活动断层和判断过去是否发生过地震来确定地震危险区。**在美国，太平

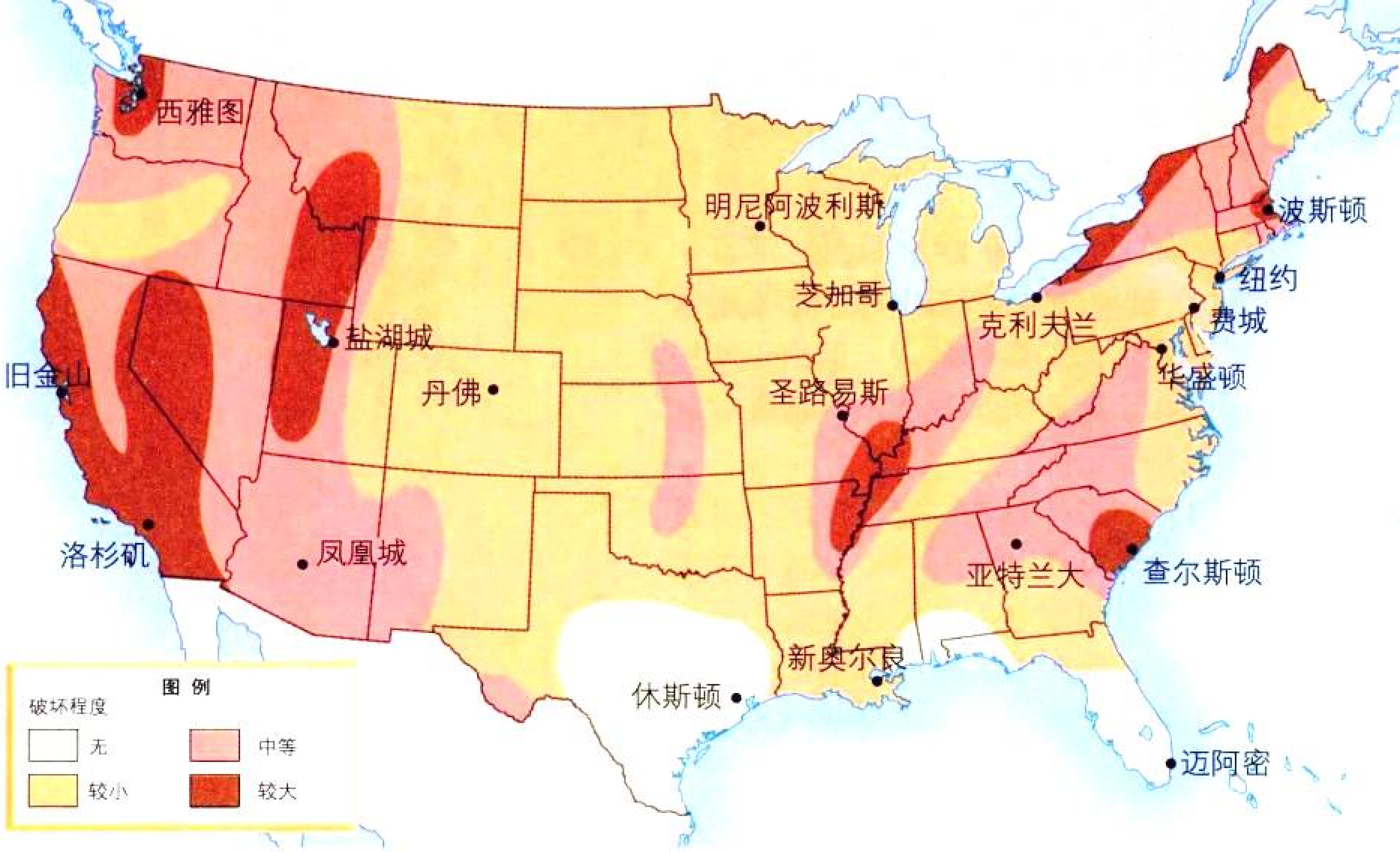


图 2-28 这是一幅不包括阿拉斯加和夏威夷的美国地图，图中标注了地震多发区，以及地震可能造成的破坏程度。

图解 *哪些地方最可能发生地震？*

洋板块和北美板块相遇的地带，即加利福尼亚、华盛顿和阿拉斯加的太平洋沿岸地区属于地震危险区。

美国的其他地区也有地震危险，洛基山脉东部虽然很少发生强烈地震，但这一带曾经发生过美国历史上最强烈的地震。科学家推测北美洲的大陆板块正处在一个应力场中，这个应力对数百万年前形成的断层有扰动作用，现在这些断层已埋藏在厚厚的岩石和土层之下。

第四节复习

1. 地质学家用哪些仪器来监测断层运动？
2. 地质学家依据哪两个因素来确定地震危险区？
3. 怎样利用卫星来收集断层资料？
4. **理性思维** **概括** 为什么地质学家不能准确地预测地震发生的时间和地点？

课题 2

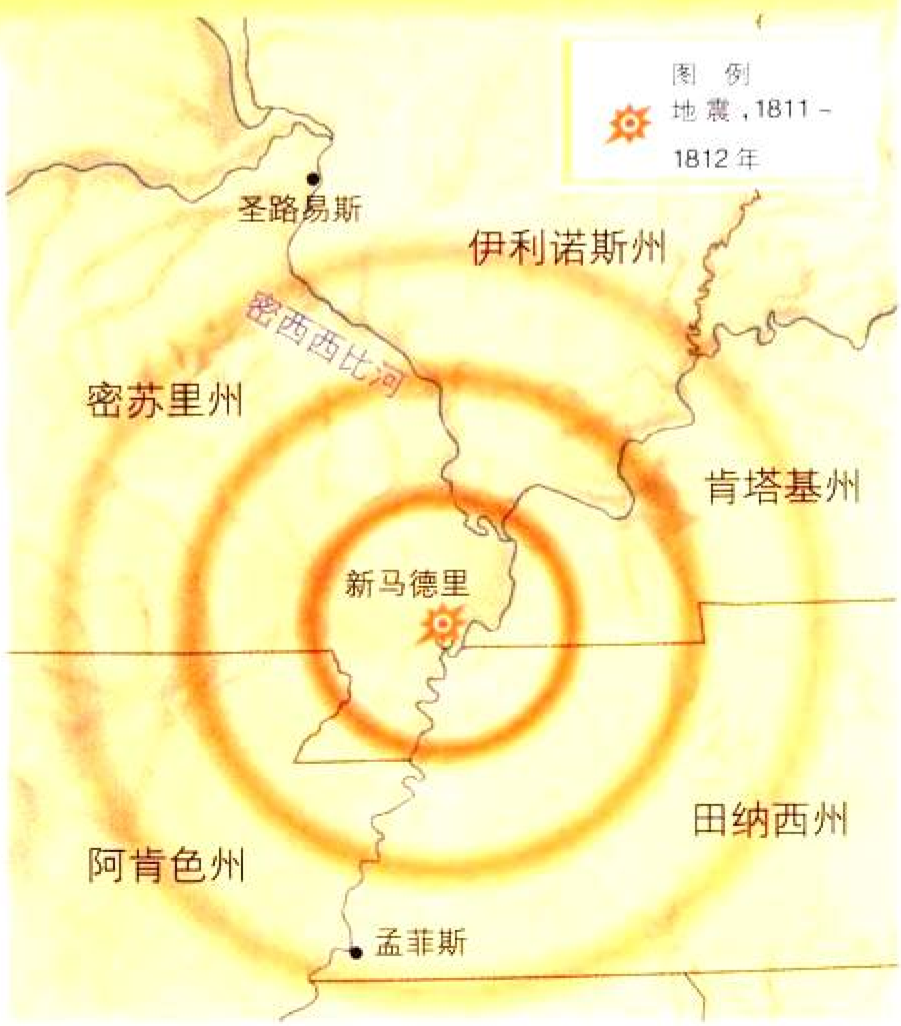
检查进度

运用所学的建造抗震楼房的知识，改进你的模型，并试一试它的抗震能力。你的改进成功吗？继续完善模型。

地震的危害

新马德里断层系沿密西西比河谷中央延伸，因此洛基山脉东部是美国最可能发生大地震的地区。但由于断层被埋藏在土壤和沉积物之下，地震的危险性不易被觉察。

自从1812年以来，这一地区一直没有发生过大地震，但科学家估计在未来50年内，这里发生中等程度地震的可能性达90%，然而没人知道哪个地区最危险。如果发生地震，人们应做哪些准备？



争论焦点

人们应该花多少钱 在偶尔发生地震的地区，如新马德里断层附近，人们面临两难的选择。是花钱抗震，还是冒着地震危险节省资金？

哪些楼房应该加固 很明显，保护生命安全的最佳办法是加固房屋，防御强烈地震。我们知道，绝大多数伤亡都是由房屋坍塌造成的，所以加固现有房屋非常重要，但是这需要花大量的钱。

大多数房屋能抵抗中等强度的地震，但一些老房子，尤其是用砖和石块砌成的房子很不安全。然而很遗憾，几乎没有房主承担得起加固房子的费用，他们需要财政支持或税收帮助。

其他还有哪些建筑需要改进 很难想像一个城市没有车站，没有电、煤气和自来水管线，没有桥梁、学校和医院。研究地震危害的工程师已经制定了设计标准，以减少地震对这些建筑的破坏。现在许多城市在它们的建筑法规中都采用了这些标准，毕竟公众的健康和安全更重要，但仍有一些建筑结构不够抗震。

你的观点

1. 发现问题

总结你所在的社区在抗震工作方面面临的困难，哪些建筑最需要加固？

2. 分析原因

如果在抗震方面花较多的钱、较少的钱或不花钱，分别会出现什么结果？在每一种情况下，谁受益？谁受害？

3. 解决办法

如果你所在的社区靠近新马德里断层，刚得到一大笔抗震资金，请你制定一个加固建筑物的计划，并解释为什么这样使用资金。

SECTION 1 地壳运动

知识要点

- 地壳应力对岩石产生挤压、拉长和剪切作用。
- 断层是在地应力的作用下地壳发生的破裂。
- 断层和褶皱形成山脉及其他地形。

关键术语

地震	上盘
应力	下盘
地壳变形	逆断层
剪切力	断块山
张力	褶皱
压力	背斜
断层	向斜
平移断层	高原
正断层	

SECTION 2 地震的探测

知识要点

- 地震波穿过地球，把地震能量从震源传到地表。
- 地震产生两种波：P波和S波，它们从震源向各个方向传播。
- 目前地质学家采用震级来衡量地震的大小，如梅尔卡利烈度和芮克特烈度。

关键术语

震源	地震仪
震中	震级
地震波	梅尔卡利烈度
P波	芮克特烈度
S波	瞬时震级
表面波	

SECTION 3 地震的危害与抗震

知识要点

- 地震引起地面摇晃、泥土液化、海啸、滑坡和雪崩等，导致房屋等建筑物毁坏或坍塌。
- 新建楼房应采取抗震设计，旧房则需加固以抗震。
- 如果地震时，你正在室内，应采取下蹲、遮盖和紧握的办法，躲到桌子下面或靠在内墙边。

关键术语

泥土液化	余震
海啸	基础隔离建筑

SECTION 4 监测断层活动

与工程学的综合

知识要点

- 地质学家采用仪器测量断层变形和应力。
- 科学家通过监测活动断层和研究曾经发生过地震的断层来划分地震危险区。



活动 相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

请选择最佳答案。

1. 剪切力是地壳内的一种____的力。
   a. 将地壳挤到一起
   b. 将地壳朝相反方向推
   c. 将地壳弯曲褶皱
   d. 将地壳拉升使之分离
2. 断层上盘相对于下盘向下运动形成____。
   a. 逆断层　　b. 向斜
   c. 正断层　　d. 平移断层
3. 地震仪可测量____。
   a. 地震强度
   b. 断层摩擦力
   c. 地震时地面移动的距离
   d. 断层两边地块的运动
4. 地质学家根据P波和S波到达地震仪的时间差来确定____。
   a. 震级
   b. 震源深度
   c. 表面波强度
   d. 与震中的距离
5. 为了测量断层向上运动的距离，地质学家可能采用____。
   a. 激光对准仪
   b. 倾斜计
   c. 地震仪
   d. 蠕变仪

判断题

如果下列叙述正确，写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

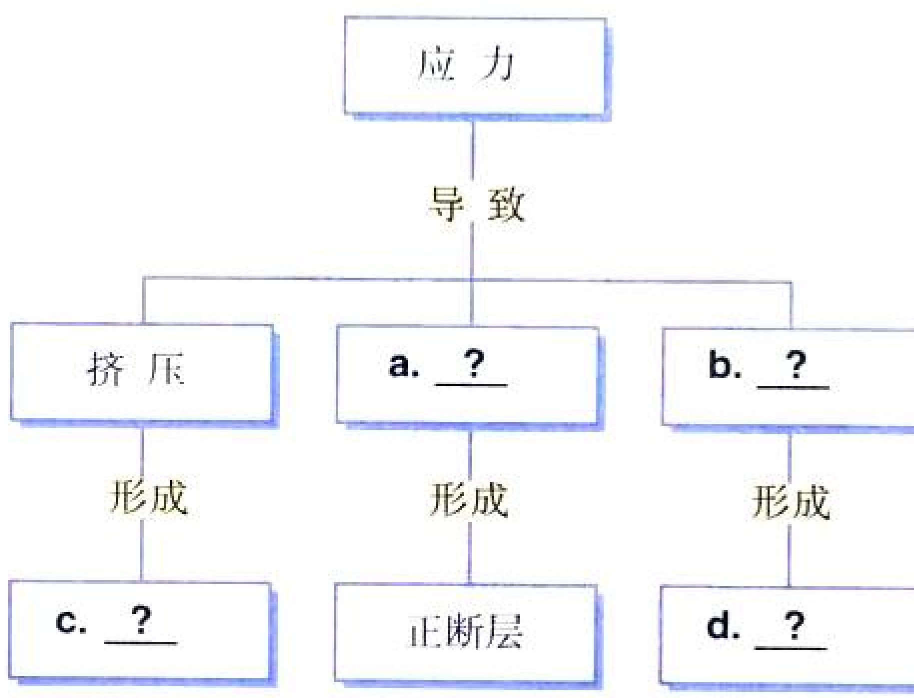
6. 地壳变形是由于液化作用导致岩石破裂、倾斜和褶皱。
7. 岩石被平移断层抬升形成断块山。
8. 震中位于地下深处。
9. 当S波穿过地表，可导致地表先压缩，然后扩张。
10. 海啸是由起源于洋底的地震引发的。

简述题

11. 应力对地壳有什么影响？
12. 简述断块山的形成过程。
13. 地壳中哪种应力的作用可形成褶皱山系？为什么？
14. 什么是高原？它是怎样形成的？
15. 试分析瞬时震级与芮克特烈度的异同点。
16. 地质学家监测断层需收集哪些数据？为什么？
17. 科技写作　假设你是一位研究美国东部地区地震危害的地质学家，你收集的数据表明，10年内那儿可能发生一次大地震。请给该州州长写一封信，向他解释为什么那儿有地震危险，并建议应采取哪些防御措施。

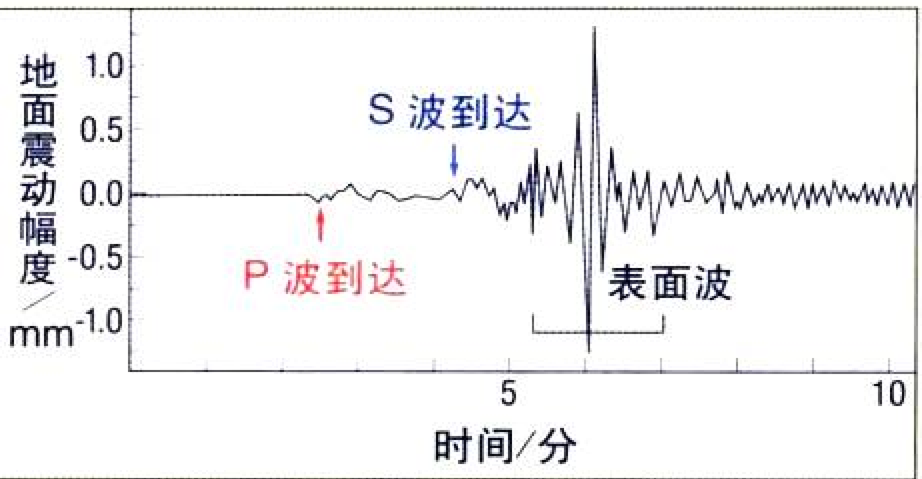
形象思维

18. 完图填空　将下图复制到你的笔记本中，填空，并加一个标题。



应用技能

这是地震仪记录的地震波谱，y 轴表示在地震台测得的上下震动幅度，单位：mm；x 轴表示时间，单位：分。



19. 图解 地震波到达地震台的先后顺序是什么？哪一种地震波导致强烈的地面震动？

20. 图解 P 波和 S 波到达地震台的时间差是多少？

21. 预测 地震发生数小时后，地震仪的记录会变成什么形状？如果发生余震，这个记录又是什么形状？

22. 结论 如果 P 波和 S 波到达第一个地震台的时间差比到达第二个地震台的时间差多 5 分钟，怎样确定第二个地震台的位置？

理性思维

23. 分类 断层上盘向上移动并覆盖在下盘之上，属于哪一种断层？

24. 比较与对比 比较 P 波和 S 波。

25. 预测 如果在经常发生地震的平移断层上建了一条街道，断层活动对这条街道有什么影响？

26. 应用概念 如果你在地震多发地区建了一幢房子，你将采取哪些措施来减少地震的潜在危害？

学 习 评 估

课题2 总 结

实验汇报 在进行试验抗震模型之前，向同学们解释你对模型作了哪些改进以及为什么这样修改。在实验过程中，记下实验结果。

思考与记录 如何将你在抗震模型试验中采用的方法应用到抗震工作中？如果你做的模型是一栋房子，它能抵抗地震吗？你还能做哪些改进？

实践活动

在你家 如果你住在地震危险地区，请与家人一起制定一个抗震方案，要求包括以下内容：发生地震时应该怎么办；需准备哪些物品，以备水电供应中断；如果你家使用天然气，还应该说明如何关闭天然气管道。

第三章 火山



主要内容

SECTION 1 火山和板块构造

探索　哪儿可以找到火山

试一试　盒子里的“热点火山”

技能实验室　地震和火山分布图

SECTION 2 火山活动

探索　火成岩的外形

试一试　模拟岩浆中的气体

SECTION 3 火山地貌

探索　火山活动怎样塑造地表

生活实验室　制作乳胶火山模型

课题 3

火山与人

夏威夷基拉韦厄火山经常喷发，景致非常壮观，但是相当危险。火山历来和人类有着紧密的联系，因为火山能给人类带来肥沃的土地、丰富的矿产和温泉等，因此人们常常选择在火山附近生活。在本章课题中，你将研究火山对生活在附近的人们有什么影响。

课题目标 制作一个反映人类在火山附近生活的课件。

为了完成这个课题，你需要：

- 描述你所选的火山类型并介绍它的历史。
- 集中表现一个主题，如生活在火山附近的人们怎样得益于火山，人们怎样在艺术和民间故事中表现火山等。
- 运用各种手段和媒体来表现你的课题。

课题准备 老师也许会向你们提供一些火山活动区的资料，几位同学组成一组，选一个你们认为绝妙的研究地区。你们组想研究哪些素材？你们准备采用什么媒体来表现？可以考虑使用影像设备、电脑图片、幻灯片、音响效果、壁画等。发挥你们的创造性！

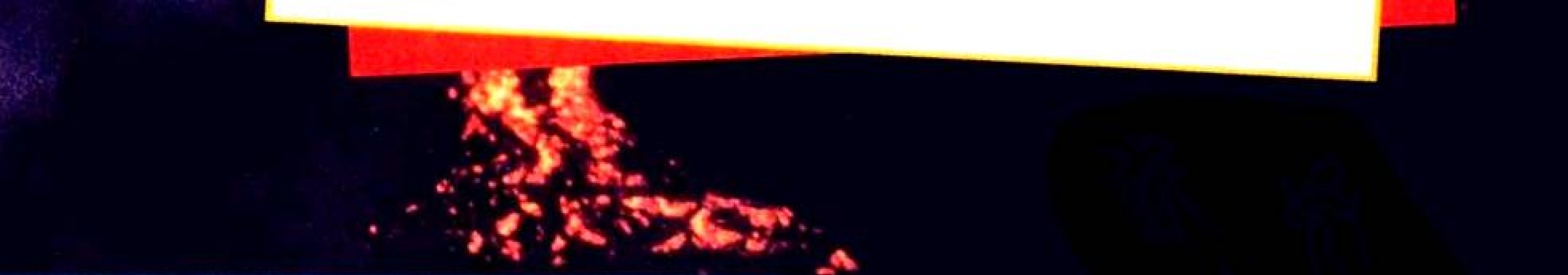
检查进度 你将在学习本章的同时完成课题。为了确保课题有序地进行，请参阅以下“检查进度”栏：

第一节复习，第 91 页：选择研究的主题和地区，开始收集资料。

第三节复习，第 107 页：根据设计的脚本组织材料。

第四节复习，第 112 页：准备图片和文字。

总结 在本章结束时（第 115 页），试验你做的课件，并展示给同学们看。



基拉韦厄火山位于夏威夷岛，它是夏威夷群岛中最大的火山岛。

与空间科学的综合

SECTION 4 太阳系中的火山

探索 什么营力塑造了伊奥卫星的表面

SECTION 1 火山和板块构造

探　索 ····· 活　动

哪儿可以找到火山

1. 观察第89页的全球火山分布图。图中哪种标志代表火山？还有哪些其他标志？分别代表什么？
2. 用线把这些火山连起来，组成一个什么图案？火山的分布与地形有关系吗？

思考

构想假说 大胆提出一个能解释地球上火山分布的设想。所有火山的位置都能用你的假设来解释吗？

阅读指南

◆ 在地球上，火山一般都分布在哪里？为什么？

阅读提示 开始阅读之前，先浏览本节标题，预测火山可能分布在哪些地方。

1995年前，蒙特塞拉特岛像一颗美丽的绿色珍珠静静地坐落在加勒比海中，岛上的居民以种植棉花、酸橙和蔬菜为生，大量游客聚集到岛上，欣赏美丽的景色和享受热带气候。但是，苏弗里埃尔火山的喷发，破坏了美丽的人间天堂。从1995年开始，苏弗里埃尔火山持续两年不断喷发，喷出的火山灰像雪花一样覆盖在房顶和空地上。随着火山的持续喷发，居民纷纷撤离。现在该岛南部的所有城镇都已被埋在火山灰里了。

什么是火山

火山喷发是地球上最危险、最可怕的自然灾害之一。**火山（volcano）**是地下熔融物质，即岩浆沿着地壳薄弱地带喷发到地表形成的。**岩浆（magma）**是来自地幔的岩石、气体和水组成的熔融状态的物质。到达地表的岩浆称为**熔岩（lava）**，冷却后形成坚硬的火山岩。火山活动中形成的岩石是组成地表的重要物质。火山活动属于建设营力，它形成新的陆地和岛屿。



◀苏弗里埃尔火山

火山的分布

陆地上大约有600座活火山，海底活火山更多。图3-1是全球火山分布图，注意火山带是怎样横穿大陆和海洋的。如果我们将太平洋周围的火山连在一起，就组成了一个大的火山带，这个火山带又叫**火圈（Ring of Fire）**。你能在图上找出另一条火山带吗？

火山带一般位于板块边缘，由于受到挤压或拉张，这里的地壳最薄弱。**大多数火山沿着拉张型板块边界（如洋中脊）分布，或沿着挤压型板块边界（如洋壳周围板块消减带）分布。**但也有例外，有一些火山形成于远离大陆板块和大洋板块边界的"热点"。

拉张型板块边界的火山

火山沿着洋中脊分布，洋中脊是拉张型板块边界的标志。我们在第一章中了解到，洋中脊是一条长长的、穿过大洋的水下裂谷，熔岩从洋中脊中喷发出来。只在少数位于洋中脊的火山露出海面，如大西洋中的冰岛和亚述尔岛。

语言艺术 链接

英语中火山"volcano"一词来源于罗马火神伏尔顿（Volcan）。在古罗马神话中，伏尔顿生活在埃特纳山下，埃特纳是地中海中西西里岛上的一座火山，伏尔顿利用埃特纳火山为众神打造武器。

阅读 DIY

查字典找出火成岩的定义，请解释为什么用一个罗马神的名字来命名这种岩石。



图 3-1 火圈是指太平洋周围的火山连在一起形成的火山带。
观察 你能通过分析火山位置找出其他类型的火山带吗？

挤压型板块边界的火山

我们知道，消减使洋壳从海沟沉入地幔，地壳熔化成岩浆，最终又上升回到地表，岩浆的喷发就形成火山。在洋壳消减返回地幔的板块边界附近分布着许多火山，如图3-2是挤压型板块边界形成火山的过程。

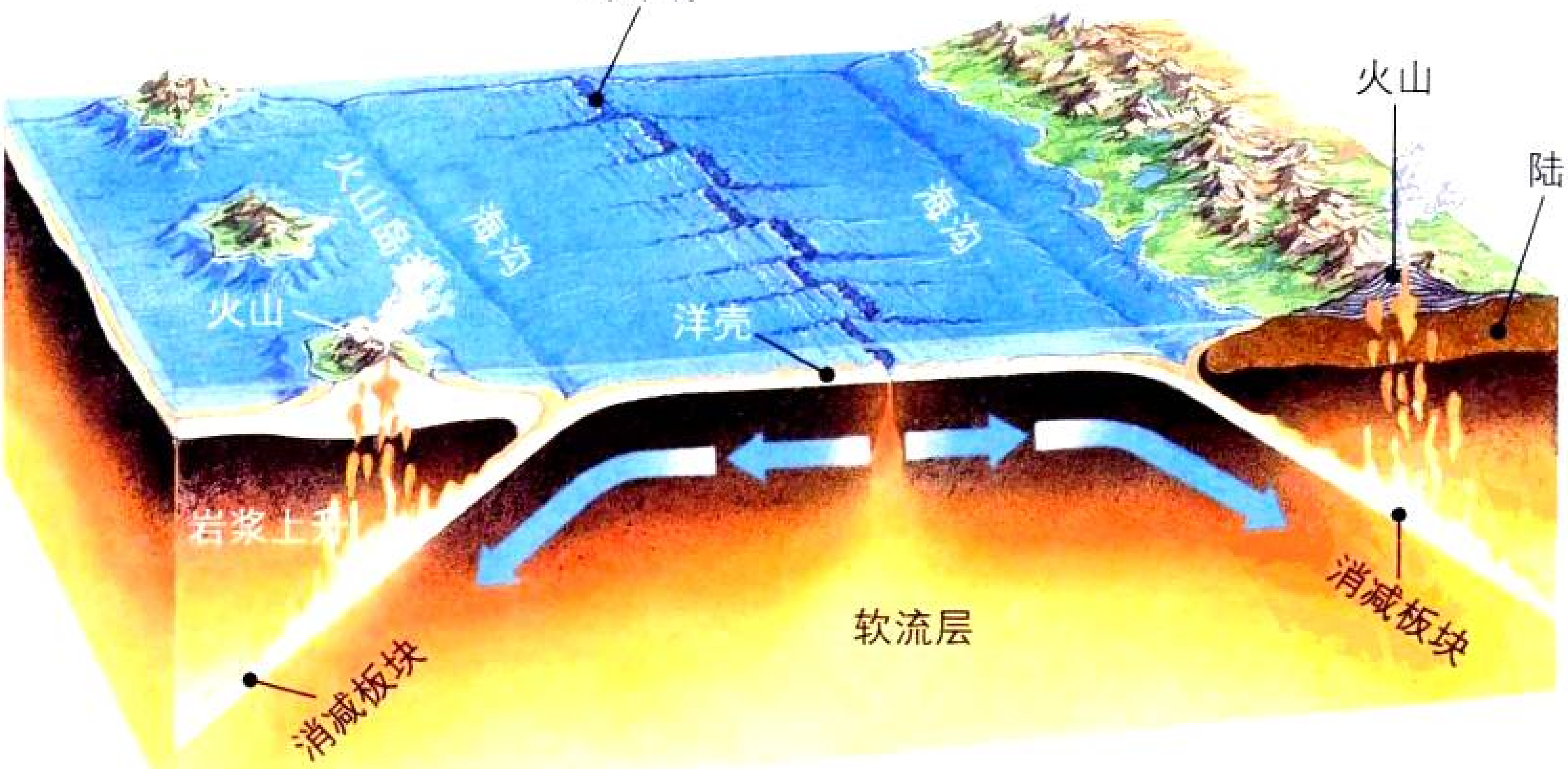
在大洋板块碰撞带附近的岛屿上分布着许多火山。老的密度大的板块向下俯冲，在两个板块之间形成海沟，沉入海沟的板块在软流圈融化成岩浆。由于岩浆的密度比周围的岩石小，它就沿着地壳裂缝向上渗透，最终冲破洋壳，形成火山。

火山喷发形成的带状分布的岛屿，称为**火山岛弧**（**island arc**），火山岛弧曲线代表了海沟的走向。主要的火山岛弧包括日本、新西兰、印度尼西亚、加勒比岛、菲律宾和阿留申群岛等。

在陆壳与洋壳碰撞的地带也会发生洋壳消减，因此这些地带也可能形成火山，如南美西海岸的安第斯火山，美国境内的太平洋西北火山带。

☑ *想一想* ***洋壳最后怎样变成岩浆？***

图 3-2 在两个洋壳或洋壳与陆壳碰撞形成挤压型板块的边缘，容易形成火山。在这两种情况下，洋壳下沉到海沟，熔化成岩浆，然后再喷发到地表形成熔岩。



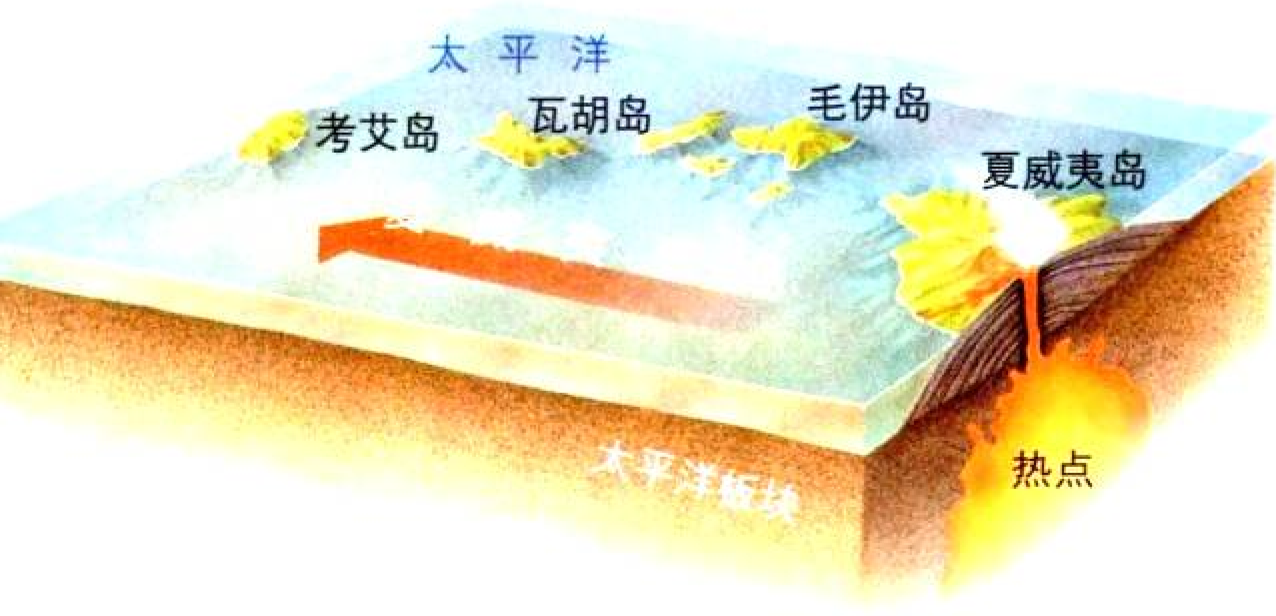


图 3-3 夏威夷群岛位于活动的太平洋板块上，它的下部是高强热点，板块运动正缓慢地将夏威夷岛推离热点。
推论 *图中哪座岛屿最先形成?*

热点火山

有些火山形成于地幔热点。**地幔热点(hot spot)**是地幔岩浆像喷灯一样不断向外喷发的区域，简称热点。热点通常位于远离板块边界的大陆板块或大洋板块的内部。与火山岛弧中的火山不同，热点火山与板块消减无关。

大洋板块中的热点火山可渐渐形成一系列火山山脉，如夏威夷群岛，随着太平洋板块的漂移，在数百万年间，在热点上形成了一个又一个岛屿。

大陆板块下面也有热点，如怀俄明州的黄石国家公园就处在北美洲板块的一个热点上。黄石国家公园最近一次火山喷发发生在大约7.5万年前。

试一试

盒子里的"热点火山" 活动

1. 在塑料盒中装一半凉水，代表海洋。
2. 用热水溶解红色色素，并装入窄口小瓶中，代表岩浆。
3. 用手指堵住瓶口，将小瓶放到盒子中间，水必须淹没瓶口。
4. 在水面放一小块泡沫塑料代表板块，将"板块"放在瓶口上方。
5. 把手放开，观察有什么现象。

制作模型 将泡沫塑料在水面上慢慢移动，观察"岩浆"与"板块"在哪儿接触。这个实验与热点火山的形成类似吗?

第一节复习

1. 地球表面的火山大多分布在哪些区域?
2. 火山岛弧是怎么形成的?
3. 热点火山形成的原因是什么?
4. **理性思维** 预测 夏威夷群岛正位于热点上方的活火山最终将发生什么?

课题3

检查进度

选定你想研究的火山，并确定研究主题。你可以查找有关火山的神话或传说，也可以研究火山的土壤资源、矿物资源、火山旅游和地热资源等。请选择你最感兴趣的内容，收集资料，并做好记录。

技能实验室

数据解析

地震和火山分布图

在这个实验中，我们通过分析地震和火山的位置数据，确定它们之间的联系。

问题

地震和火山有联系吗？

技能

解释数据

材料

有经纬度的世界地图

4支不同颜色的铅笔

步骤

1. 右下表有一组有关地震分布的数据，请在世界地图上用同一种颜色的铅笔标出地震发生的位置，在旁边写上E，并用圆圈圈起来。
2. 类似地，用另一种颜色的铅笔在地图上标出火山的位置，用圆圈圈V表示。
3. 在曾发生地震的区域用第三种颜色涂上阴影。
4. 在曾经火山喷发的区域用第四种颜色涂上阴影。

分析与结论

1. **解释数据** 地震是怎样分布的？它们是均匀地分布于地表，还是集中呈带状分布？
2. **解释数据** 火山是怎样分布的？它们是均匀地分布于地表，还是集中呈带状分布？
3. **推论** 根据以上分析，你认为地震和火山之间有什么关系？
4. **交流信息** 根据这些资料，你认为哪些地区有发生大地震的危险？哪些地区可能火山喷发？为什么了解这些知识对城市规划、设计施工非常重要？

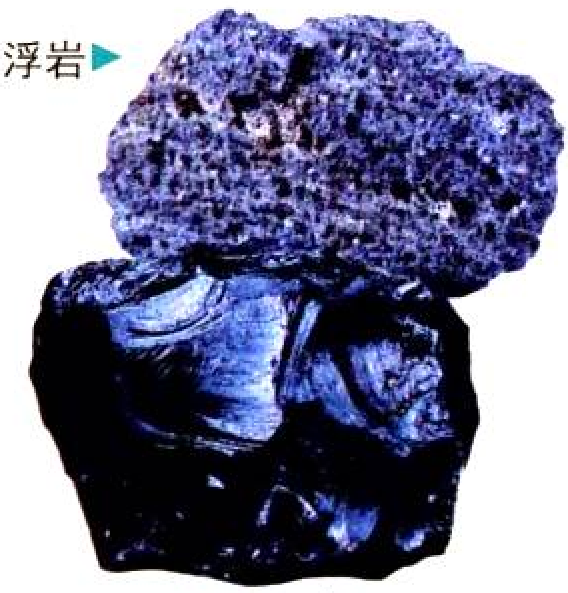
进一步的探索

在地图上找出活火山区和地震活动区，并找出离你家最近的火山。

地震		火山	
经度	纬度	经度	纬度
120°W	40°N	150°W	60°N
110°E	5°S	70°W	35°S
77°W	4°S	120°W	45°N
88°E	23°N	61°W	15°N
121°E	14°S	105°W	20°N
34°E	7°N	75°W	0°
74°W	44°N	122°W	40°N
70°W	30°S	30°E	40°N
10°E	45°N	60°E	30°N
85°W	13°N	160°E	55°N
125°E	23°N	37°E	3°S
30°E	35N°	145°E	40°N
140°E	35°N	120°E	10°S
12°E	46°N	14°E	41°N
75°E	28°N	105°E	5°S
105°W	61°N	35°E	15°N
68°W	47°S	70°W	30°S
175°E	41°S	175°E	39°S
121°E	17°N	123°E	138°N

SECTION 2 火山活动

探 索 **活 动**



火成岩的外形

火山喷发出的熔岩冷却变硬形成火成岩，浮岩、黑曜岩是两种常见的火成岩。

1. 用手持放大镜观察这两块火成岩样品。
2. 怎样描述浮岩的结构？这种结构是怎样形成的？
3. 观察黑曜岩表面，它与浮岩表面有什么区别？

思考

构想假说 什么原因导致浮岩和黑曜岩结构的不同？为什么？

夏威夷群岛上流传着许多关于火山女神葩莱的神话故事，在这些故事中，葩莱是夏威夷群岛的创造者，同时也是破坏者。根据当地的传说，葩莱住在炽热的火山口，当她发怒时，她就将地球内部的火焰喷发出来。人们认为火成岩中一种细细的线状岩石是葩莱的头发，以此证明葩莱的存在。而事实上，火成岩的这种构造是由于熔岩从火山口渗到地面时经过拉伸、冷却变硬，而形成的像头发丝一样的线状构造。

阅读指南

- 火山喷发有什么景观？
- 两种类型的火山喷发有什么区别？
- 火山喷发带来哪些危害？

阅读提示 阅读前，先预习第 95 页的“探索火山”，列出有关火山喷发的问题。

岩浆怎样到达地表

我们知道，炽热的熔岩来自地幔中的岩浆，而岩浆形成于岩石圈下的软流圈，在软流圈中，压力非常高。

岩浆上升 因为液态岩浆的密度比周围固体物质的密度小，岩浆就沿着地壳裂隙向上渗透。如果没有岩层的阻挡，它将一直上升到地表。

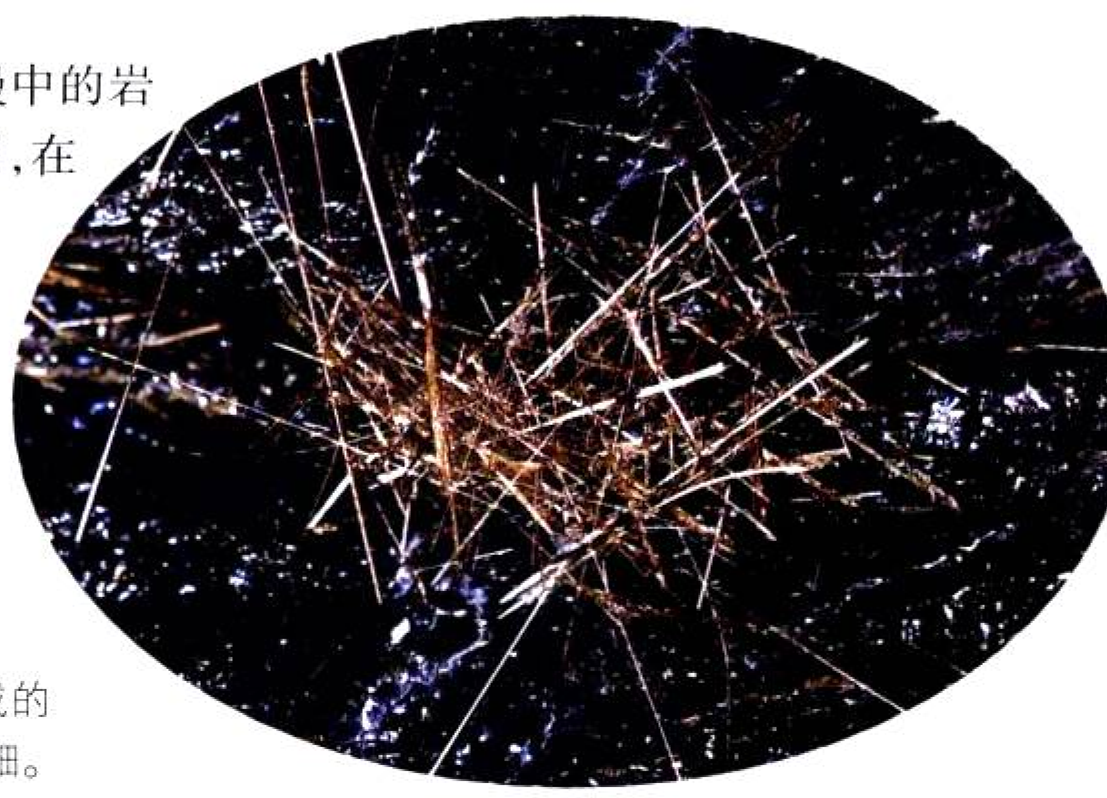


图 3-4 “葩莱的头发”是熔岩形成的一种岩石，每一根都与玻璃纤维一样细。



图 3-5 夏威夷考艾岛火山喷发的熔岩流。

·试一试·

模拟岩浆中的气体

这个实验模拟了火山喷发时岩浆中气体的活动。

1. 找一个容积为 1~2 L 的塑料瓶，装入 65 mL 清水，将 10 g 烤面包用的苏打粉溶解在水中。
2. 投入 6 颗葡萄干。
3. 搅动水和葡萄干，使它们转起来，再加入 65 mL 醋，然后用力搅动。
4. 停止搅动，仔细观察葡萄干。

制作模型 加入醋后，塑料瓶中有什么现象？葡萄干和气泡分别代表什么？这个模型与火山喷发中的岩浆活动类似吗？

火山喷发 我们喝的瓶装汽水中加入了经加压而溶入饮料的气体。当开启瓶盖时，由于瓶中压力突然减小，饮料中的二氧化碳就以泡沫的形式冲出瓶口。与汽水中的二氧化碳一样，溶解了大量气体的岩浆的压力非常大。

当岩浆从地下向地表渗透，压力逐渐变小，溶解的气体不断析出，产生大量气泡。一旦岩浆遇到地表破碎带，这些气体就喷发出来，形成火山。**在火山爆发时，溶解在岩浆中的气体与岩浆一起喷发出来。**岩浆到达地表形成熔岩后，气体就散逸了。

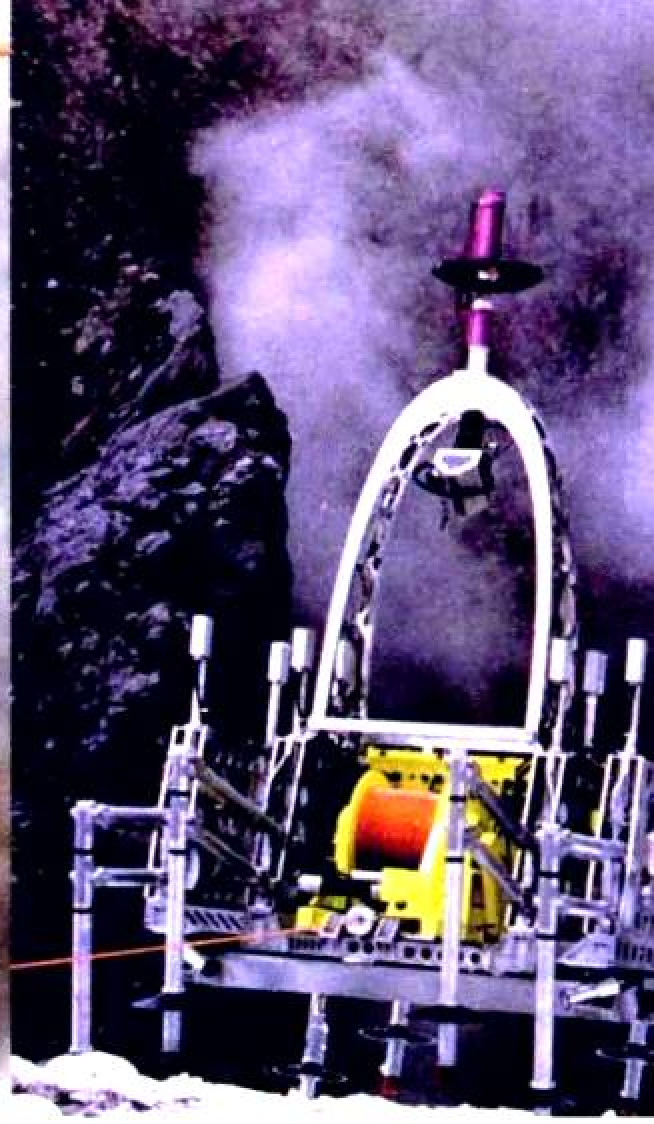
火山结构

所有的火山都有地下“岩浆袋子”和一个或多个岩浆通道，在第95页的“探索火山”中你可以看到这些特征。岩浆集中在“岩浆袋子”中，这个岩浆袋子叫**岩浆房**（**magma chamber**），连接地面和岩浆房的长长的“管道”是岩浆运动的**通道**（**pipe**）。熔岩和气体喷出的出口叫做**火山口**（**vent**）。在火山顶部通常有一个中心火山口，还有不少火山的火山口在山坡上。**熔岩流**（**lava flow**）是熔岩流出火山口后覆盖的区域，**火山坑**（**crater**）是在火山顶部围绕中心火山口形成的碗状区域。

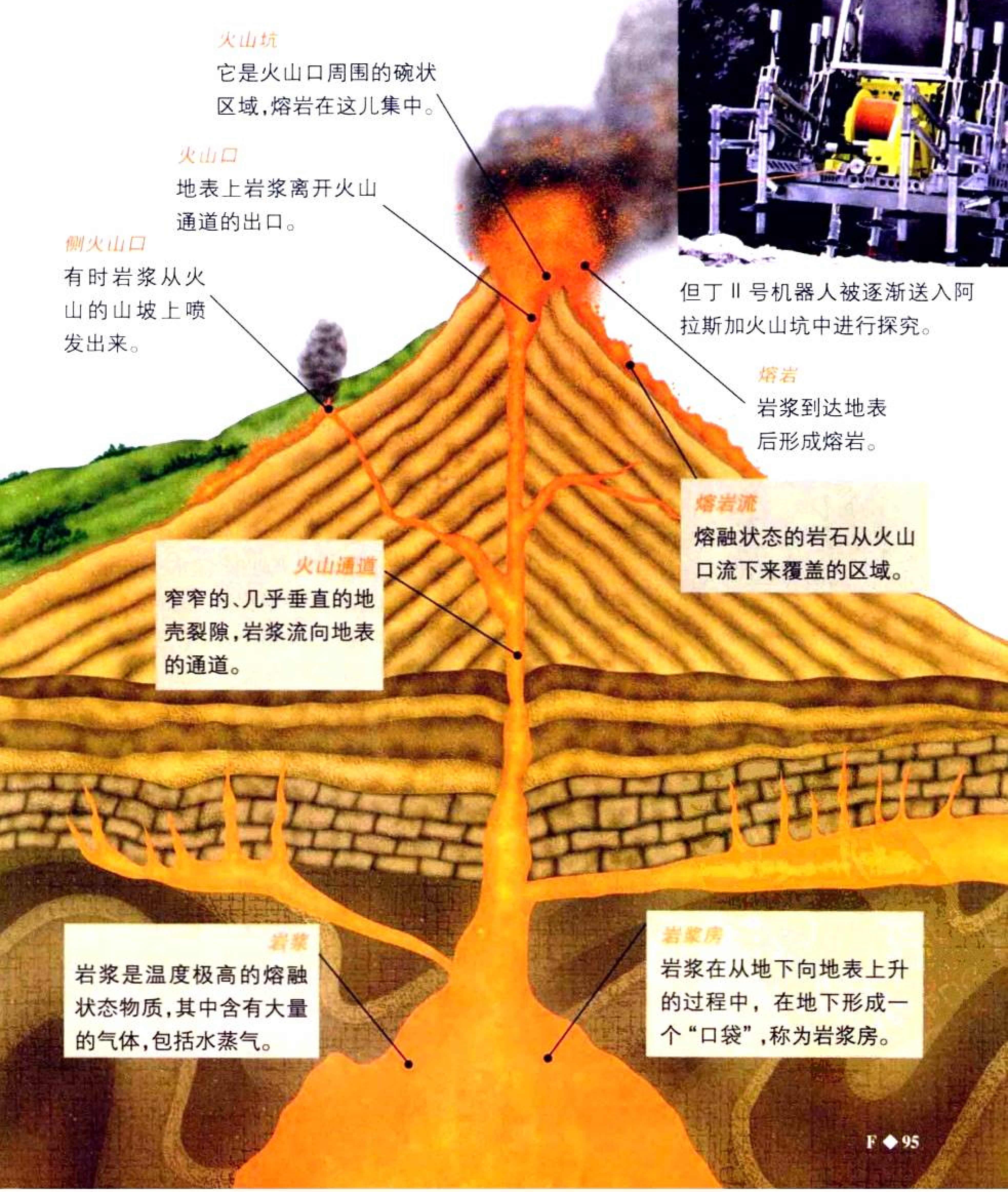
想一想 *岩浆上升时怎样穿过岩石圈？*

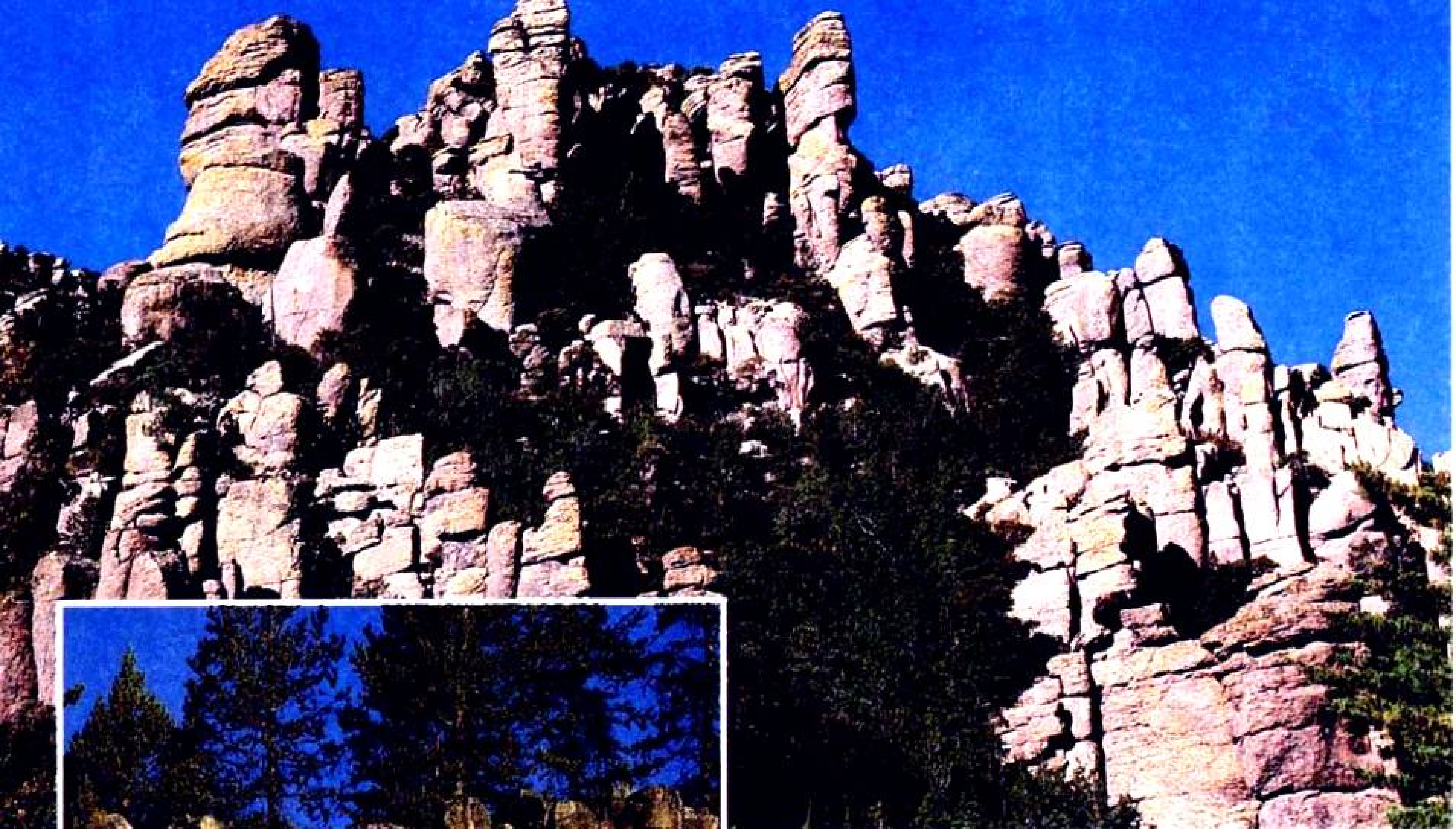
探索 火山

岩浆冲破地壳，熔岩覆盖地表，就形成了一座火山。



但丁Ⅱ号机器人被逐渐送入阿拉斯加火山坑中进行探究。





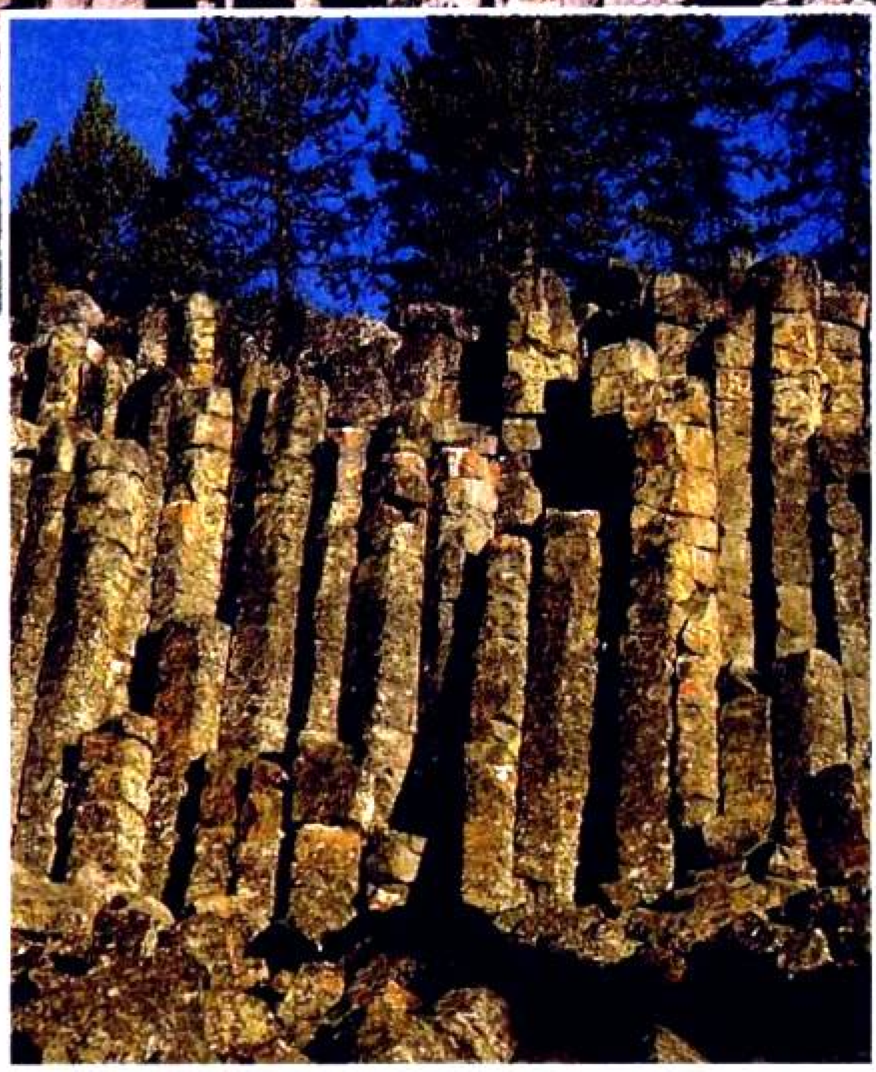


图 3-6 流纹岩（上图）中二氧化硅的含量较高，玄武岩（下图）中二氧化硅的含量较少，这种熔岩冷却后，形成如图所示的六角锥状山体。

岩浆的特性

火山喷发的巨大动力一部分来自岩浆中溶解的气体，但气体的含量并不是影响喷发状态的惟一因素。岩浆的黏度、温度和二氧化硅含量也是重要的影响因素。

有些岩浆较黏稠，流动的速度很慢，而有些岩浆较稀薄，几乎能像水一样流动自如。岩浆的温度在一定程度上决定了它的黏度。温度越高，黏度越小，流动性就越大。

岩浆中二氧化硅的含量对岩浆的流动性也有一定的决定作用。由氧和硅组成的**二氧化硅（silica）**是构成地壳和地幔的主要成分。岩浆中含的二氧化硅越多，它的黏度就越大。

二氧化硅含量高的岩浆形成的熔岩颜色较浅，由于黏度大，熔岩流动的速度很慢，冷却后形成与花岗岩的物质组成相同的流纹岩。浮岩和黑曜岩这两种岩石也是由二氧化硅含量较高的熔岩形成的：如果熔岩快速冷却，就形成黑曜岩；如果冷却过程中气泡在岩石中留下空隙，就形成浮岩。

二氧化硅含量低的岩浆能流动自如，形成的熔岩颜色较深，这种熔岩冷却后形成玄武岩一类的岩石。

火山喷发的类型

岩浆成分不同，火山喷发的方式也不同。火山喷发有宁静式和爆裂式两种方式，主要由岩浆中硅的含量决定。

宁静式喷发　如果岩浆能流动自如，那么火山喷发的方式是宁静的。在这种情况下，溶解在岩浆中的气体被慢慢地释放出来，稀薄的、容易流动的熔岩从火山口静静地流淌。夏威夷和冰岛就是宁静式火山喷发形成的。如夏威夷的大岛，熔岩从基拉韦厄山顶部的火山坑或沿山坡的裂隙中流出来，经过数百万年后，形成了夏威夷大岛。而冰岛是由熔岩从数千米长的巨大裂隙中喷发出来形成的。由宁静式喷发出来的流动的熔岩可流出很远的路程。

宁静式喷发产生两种类型的熔岩：绳状熔岩和阿阿熔岩。**绳状熔岩（pahoehoe）**是温度高、流动快的熔岩，表面看起来像固体皱纹、翻滚的巨浪和绳状圈。较冷的、流动速度较慢的熔岩称为**阿阿熔岩（aa）**。当阿阿熔岩变硬后，形成表面粗糙的锯齿状熔岩块。从图3–7中，我们可以看出这两种熔岩的差异。

☑ 想一想　***宁静式喷发形成哪些类型的熔岩？***

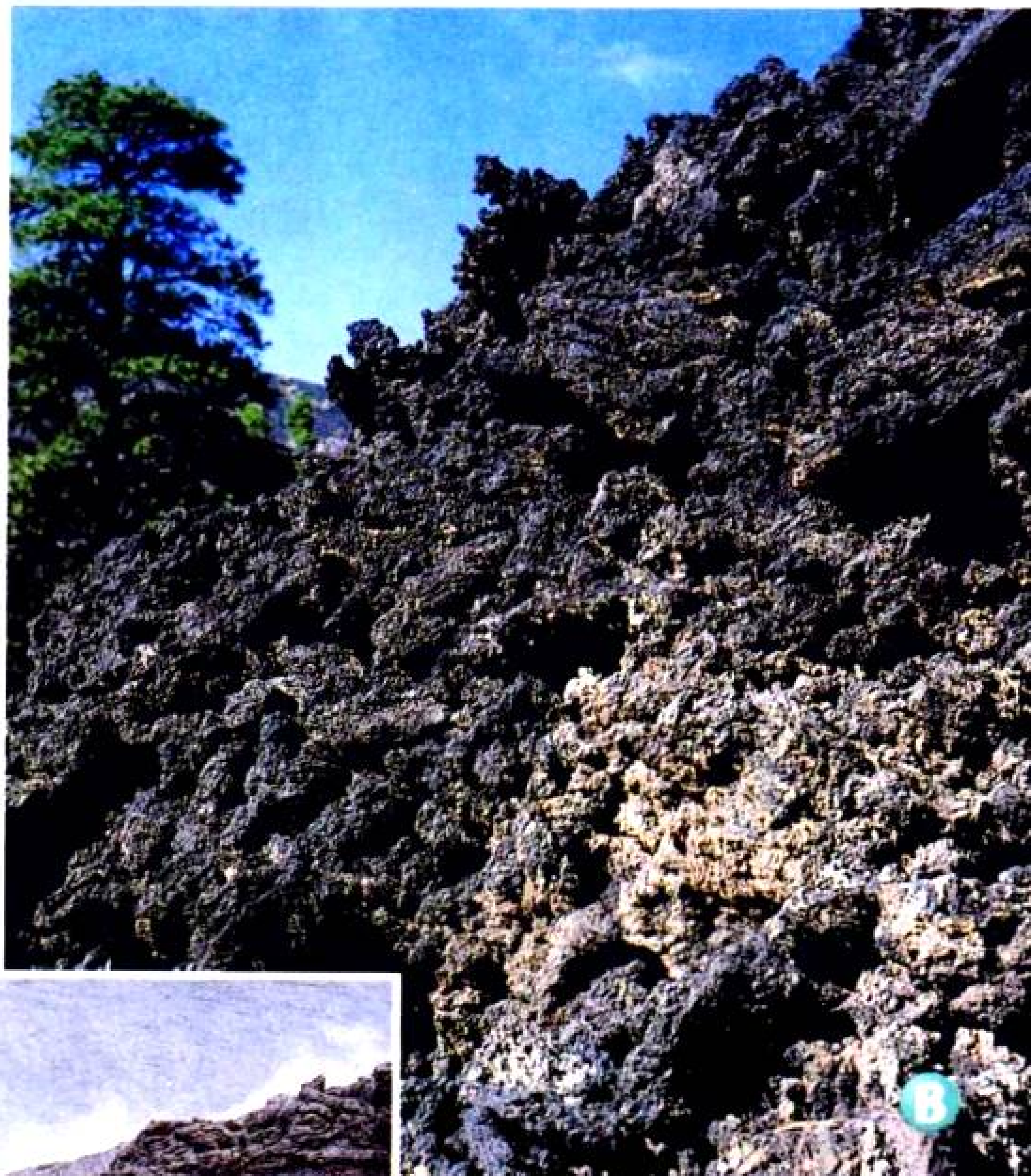




图 3–7　绳状熔岩和阿阿熔岩可以来自同一个火山。
A. 绳状熔岩流动自如，硬化后形成波纹状表面。
B. 阿阿熔岩硬化后形成粗糙的熔岩块。
推论　怎样解释这两种熔岩之间的区别？





图 3-8 1980 年 5 月 18 日上午 8:30，圣海伦火山喷发。**A.**圣海伦火山北坡形成塌陷。**B.**山坡塌陷的同时，山下蓄积的气体和岩浆开始逸出。

社会研究链接

79 年，意大利维苏威火山喷发。来自维苏威的厚厚的火山灰掩埋了位于地中海和维苏威火山之间的罗马古城庞贝。从 17 世纪开始，大约有一半被埋藏的古城被挖掘了出来。我们因此知道，当年的庞贝古城有城墙、商店、房屋、石板街、古罗马广场、寺庙、公共浴室等设施，当时城里居住着大约 20 000 居民。



阅读 DIY

查找有关庞贝古城的资料，看看科学家已发现庞贝古城居民的哪些日常生活，将你的发现写成一篇短文。

爆烈式喷发　如果岩浆厚重、黏稠，那么火山喷发的形式就是猛烈的。黏性大的岩浆不可能从火山坑一直流到山下，就像瓶塞一样，这些岩浆慢慢堵塞岩浆通道，溶解的气体不可能从厚厚的岩浆中散逸出去，随着被堵塞的气体越来越多，压力越来越大，最后气体带着巨大的力量推着岩浆冲出火山。

爆烈式喷发将熔岩炸成大大小小、容易冷却变硬的碎片。最小的碎片是火山灰，它是一种与砂粒一样细小的岩石颗粒，火山渣是鹅卵石大小的颗粒，较大的碎片叫火山弹。火山弹的大小不一，小的像棒球，大的像一辆轿车！爆烈式喷发产生大量的火山灰、火山渣、火山弹和气体，形成**火山碎屑流（pyroclastic flow）**。

如图3-8，1980年华盛顿州圣海伦火山喷发，它是美国历史上最猛烈的火山喷发之一。

☑ **想一想**　***什么原因导致爆烈式喷发？***

火山演化阶段

火山活动的持续时间少则不到10年，多则超过1 000万年，大多数火山都不是连续喷发的。地质学家通常用描述生命物体的词语来描述火山，如睡眠、复苏、活、死等。一座**活火山（active volcano）**是指正在喷发的，或有迹象表明在不远的将来可能喷发的火山。**休眠火山（dormant volcano）**就像一只沉睡的冬眠熊。科学家期待休眠火山在将来能复苏，变成活火山，然而这可能需要等几千年。**死火山（extinct volcano）**是指再也不会喷发的火山。



C. 破碎的岩石和火山灰爆发出来。



D. 火山物质向外侵袭，夷平周围的森林，引发泥流，波及火山周围的广大区域。

其他类型的火山活动

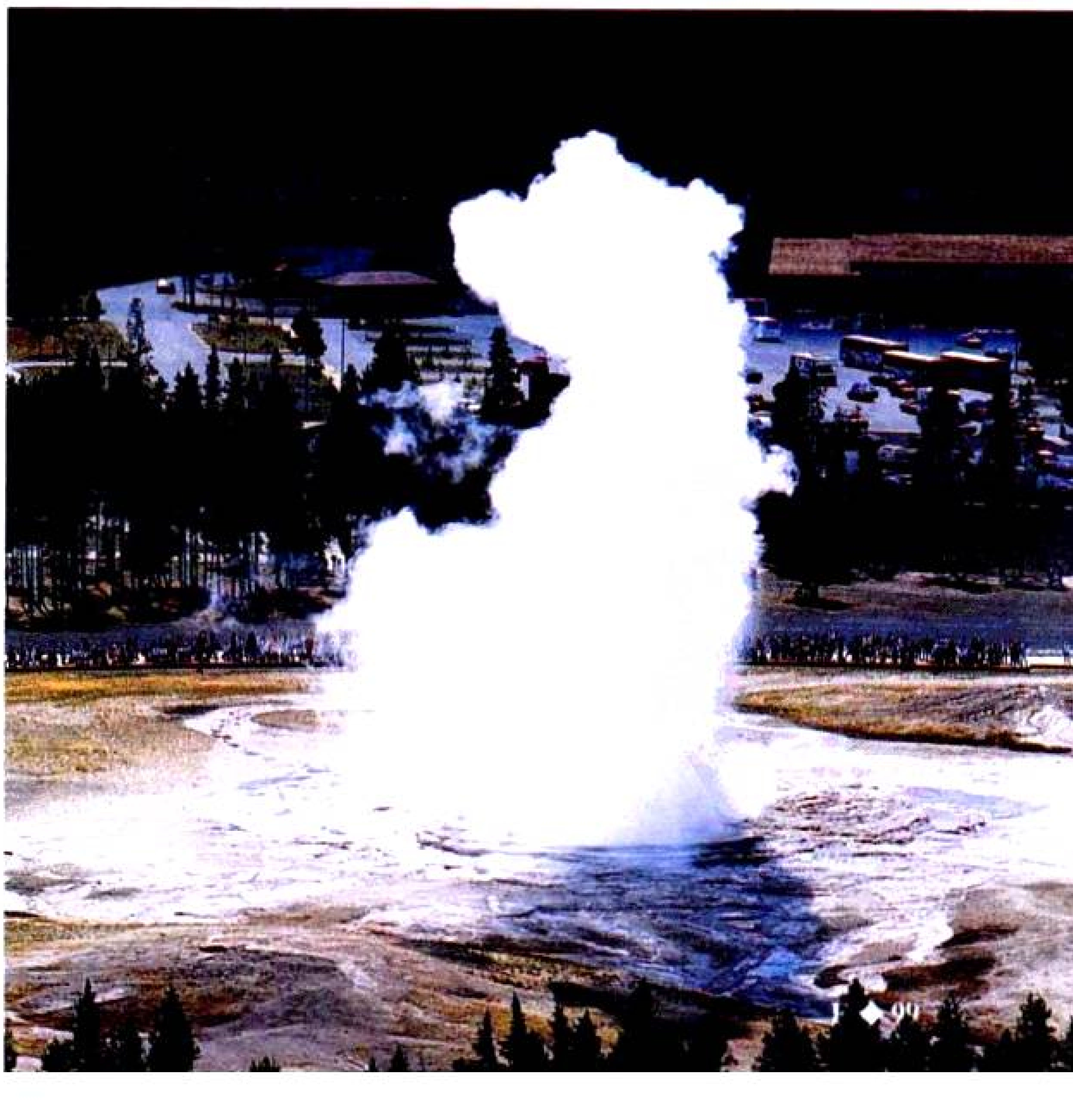
温泉和间歇泉是没有熔岩喷发的火山活动，它们在火山活动区非常常见，即使在死火山周围也有发现。

温泉（hot spring）是地下水被上升到地表的岩浆加热，聚集于天然水池中形成的（地下水是指渗入地表以下岩石空隙中的水）。温泉中溶解了大量地球深处的气体和其他物质。

有时，上升的温泉或水汽被堵在地下裂隙中，压力不断增大，最后这种水汽混合物冲出地表，形成喷泉，这就是**间歇泉（geyser）**。

与工程学的综合 在火山活动地区，受岩浆加热形成的温泉是一种清洁可靠的能源——**地热能（geothermal energy）**，如住在冰岛首都雷克雅未克的居民直接用管道把热水接回家取暖。在冰岛、北加利福尼亚州和新西兰，地热能还被用来发电：用管道将地下深处的水汽接到涡轮机上，水汽推动机轮转动，同时涡轮机内转动的轮子启动一个转换器，将机械能转换为电能。

图 3-9 美国黄石公园中的“老忠实泉”，每隔 33~93 分钟喷发一次，这个时间是每次喷发之后压力积聚所需的时间。



火山监测

地质学家预测火山爆发比预测地震准确，因为火山内部及其周围的岩石在爆发前一段时间内就发生变化，向人们发出警报。地质学家利用倾斜计、激光对准仪等仪器来探测因岩浆活动引起的地面高度和倾斜度发生的细微变化；测量地磁场强度、火山口湖水位和火山释放的气体；测量地下水的温度；了解地下水是否变热——这是岩浆接近地表的信号。

地质学家还监测发生于火山周围的很多小地震，这也是火山喷发的先兆，因为岩浆进入岩浆房和穿过火山

科学与历史

火山的威力

在过去的150年中，大火山爆发事件从根本上改变了地形，影响周围居民的生活。



1883 年

印度尼西亚

喀拉喀托火山向空中抛出 18 立方千米的火山灰，巨大的爆炸声即使位于 5 000 千米以外都能听到。

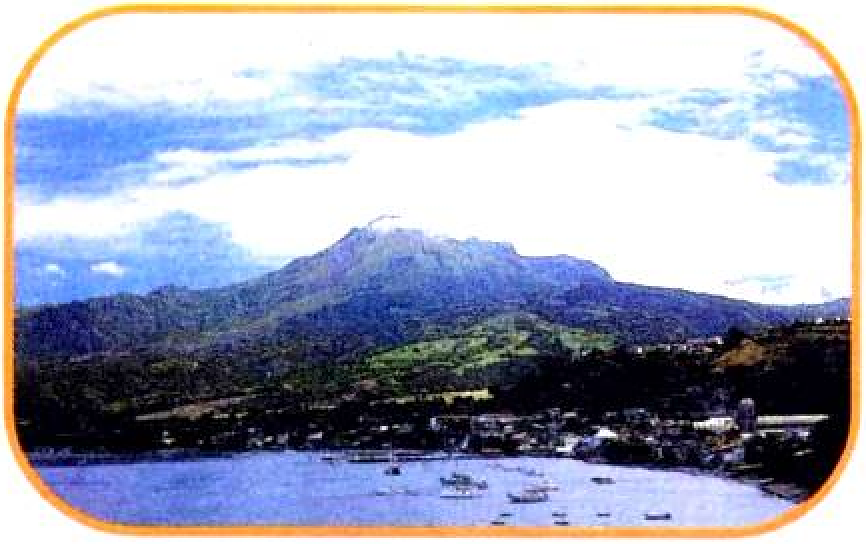


1912 年

美国阿拉斯加

如今，一条阿拉斯加河流穿过厚厚的火山灰层，这些火山灰来自卡特曼火山。卡特曼火山喷发的物质几乎与喀拉喀托火山一样多。

1850　　1900



1902 年

马提尼克岛



加勒比海皮贝利火山喷涌出的气体和火山灰在空中形成火云和火山灰流。在两分钟内，这种云使得座落在火山附近的圣皮尔城中29 000名居民丧生，只有两人生还。

通道时都可引发地震。

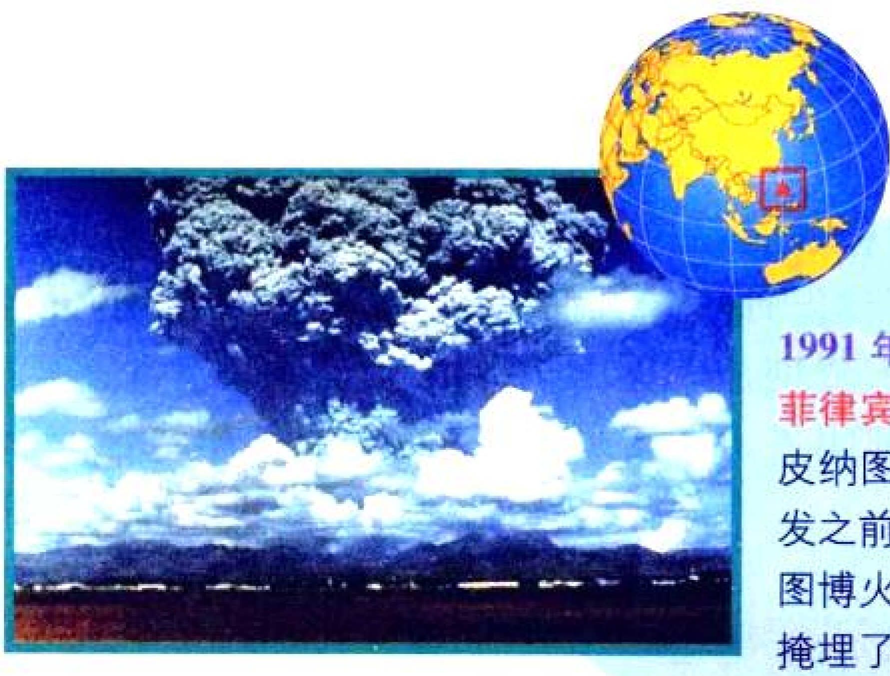
所有这些现象都为我们提供了火山即将喷发的线索，但人们至今仍无法预测喷发的类型和强度。

火山的危害

两次火山爆发的时间间隔可以相距数百年，因此生活在休眠火山地区的人很可能意识不到危险。1980年以前，在圣海伦火山附近生活、工作、度假的人都以为这是一座平静的山，当它沉睡了123年后苏醒时，很少有人能预想到它巨大的破坏性。

阅读 DIY

人们已经记下了目击者对著名火山爆发的叙述。研究过去150年发生的一个火山爆发事件，然后写一封信，讲述目击者可能看到的情景。



1991 年

菲律宾

皮纳图博火山在1991年6月爆发之前已经休眠了数百年。皮纳图博火山喷涌出大量的火山灰，掩埋了附近的村庄。

1950　　　　2000

1980 年

美国华盛顿



圣海伦火山爆发，向空中喷发了1立方千米的岩石碎屑和火山物质。在喷发前，地质学家已对因地下岩浆积聚导致的火山灰、小地震和地表突起进行了几个月的监测，成功地预测到这次爆发。

1995 年

蒙特塞拉特岛



在两年多时间内，苏弗里埃尔的火山灰铺天盖地般地倾泻到加勒比海蒙特塞拉特岛上。地质学家等待着火山继续喷发，他们猜测在喷发结束之前，这里可能还有一次较大的喷发。





图 3-10　A.泥流是 1991 年皮纳图博火山喷发造成的危害之一。B. 居住在皮纳图博火山周围的居民带起口罩，防止吸入火山灰。

虽然宁静式喷发和爆烈式喷发产生的危害不同，但它们都对火山周围的广大区域造成破坏。火山宁静式喷发时，熔岩流从火山口流出，将所经之处的所有东西燃成灰烬。爆烈式喷发喷出的大量高温气体、火山弹和火山渣在空中形成火热的、燃烧的云层。火山灰可以掩埋整个城市，毁坏庄稼，堵塞汽车引擎。如果火山灰受潮，能将房顶压塌；如果喷气式飞机引擎吸入火山灰，引擎将停止转动；火山喷发还可导致滑坡、土崩、岩崩和雪崩等。如图3-10，皮图纳博火山喷发产生的泥流和火山灰对当地居民生活带来了危害。圣海伦火山爆发时，大量的泥流携带着火山灰、树木和岩石碎屑流经29千米，直到沱沱河附近。

第二节复习

1. 火山喷发要经过哪几个阶段？
2. 比较宁静式喷发和爆烈式喷发。
3. 描述火山喷发的危害。
4. **理性思维　得出结论**　一位地质学家监测到熔岩流正以每时 15 千米的速度流动，同时他注意到熔岩流边缘冷却后形成光滑的波纹。你认为这是哪种熔岩？是由哪种岩浆形成的？为什么？

身边的科学

在一个杯子中放冷水，另一个杯子中放热水。

注意：小心拿好装热水的杯子，以免热水溅出来。

请你的家人猜一猜，若将燃烧的蜡烛油分别滴到两个杯子中，会出现什么现象？请你的父母帮助滴蜡烛油。试解释这个实验是如何模拟熔岩快速冷却和缓慢冷却时发生的现象的。

SECTION 3 火山地貌

探索 **活动**



火山活动怎样塑造地表

1. 用细带将气球绑在麦秆的一端。
2. 把气球放在盒子中间，麦秆伸出盒外。
3. 向气球中吹气，使气球略微膨胀。
4. 将湿沙子放到气球上，盖住气球。
5. 慢慢地使气球再次膨胀，观察气球上的沙子发生什么变化。

思考

制作模型 这个实验模拟了火山造山作用的一种方式。你认为沙子代表什么？气球代表什么？

火山造就了地球上最壮观的地形，如日本富士山完美的火山锥，屹立于非洲东部草原的乞力马扎罗山庄严的雪峰，这些都是驰名世界的景点。

有些火山地形是熔岩流经地表堆砌的高山和高原，有些则是由于地下岩浆上升的结果。

阅读指南

- 熔岩在地表形成哪些地形？
- 地下岩浆硬化怎样塑造地表形态？

阅读提示 在阅读过程中，比较各种火山地形，内容包括组成物质——熔岩、火山灰或岩浆，以及各种地形的特征，并绘制成一张图表。

熔岩和火山灰地貌

熔岩形成的岩石和其他物质可塑造包括盾形火山、复合火山、火山灰锥、熔岩高原在内的各种地形。参阅第105页“探索火山山脉”，找出各种火山山脉之间的异同点。

▼日本富士山



盾形火山　稀薄的熔岩从火山口喷涌而出，覆盖在较老的岩层上，这样形成的山体面积大、坡度缓，像盾一样，所以叫**盾形火山（shield volcano）**。夏威夷岛就是从洋壳热点处升起的一个盾形火山。

火山灰锥　火山也可能是陡峭的锥形山——**火山灰锥（cinder cone）**。如果火山熔岩粘稠，火山喷发时产生的火山灰、火山渣和火山弹在火山口周围堆成陡峭的火山灰锥。例如，1943年，墨西哥帕里库廷火山在农夫的玉米地里喷发，形成400米高的火山灰锥。

复合火山　有时熔岩流与火山灰、火山渣、火山弹交替喷发，结果形成复合火山。**复合火山（composite volcanoes）**是熔岩流和火山灰相互交错的锥形高山，如日本的富士山和华盛顿州的圣海伦火山都属于复合火山。

熔岩高原　有些火山喷发形成平坦高地，称为熔岩高原。当熔岩从较长的裂隙中流出，这些稀薄的、容易流动的熔岩在冷却固化之前，可以流出很远的距离。后面的熔岩流覆盖在前面的熔岩之上，如此反复。经过数百万年之后，这些岩层就形成高原。如哥伦比亚高原，它横跨华盛顿州、俄勒冈州和爱达荷州部分地区。

破火山口　巨大的火山喷发可将火山口和岩浆房掏空，山体就变成一个空壳，于是，山体因失去支撑而向下塌陷。火山口下塌后留下的大洞叫**破火山口（caldera）**。火山喷口残留着许多火山碎屑、熔岩和火山灰。如图3-11所示是世界上最大的破火山口之一。

图 3-11　大约 7 000 年前，一次火山喷发破坏了俄勒冈州玛扎玛山顶 2 000 米高的山体，形成一个破火山口。后来这个破火山口被水充填，形成火山口湖。

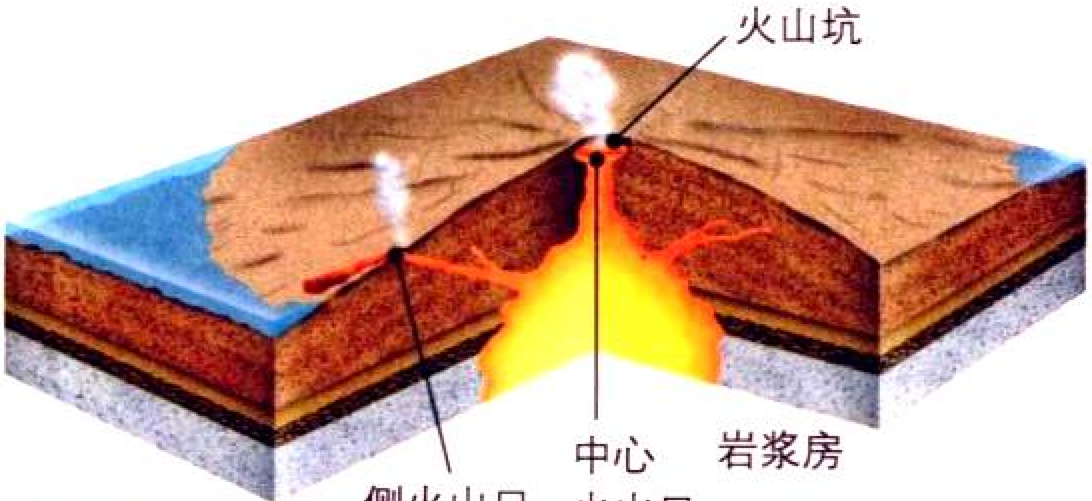
构想假说　*请提出一个设想，解释火山口湖中的奇才岛是如何形成的。*



☑ ***想一想***　***火山山脉有哪三种类型？***

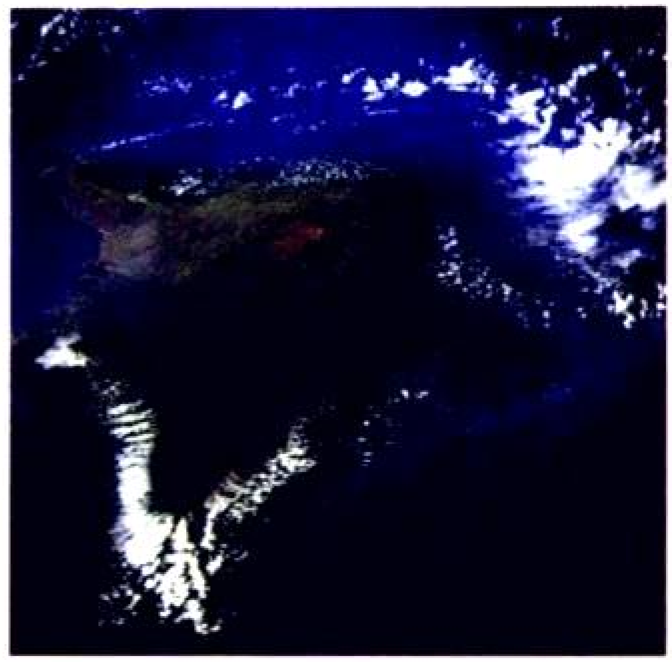
探索 火山山脉

地表的许多地形都是火山活动形成的，火山熔岩冷却硬化形成三种类型的火山山脉。



盾形火山

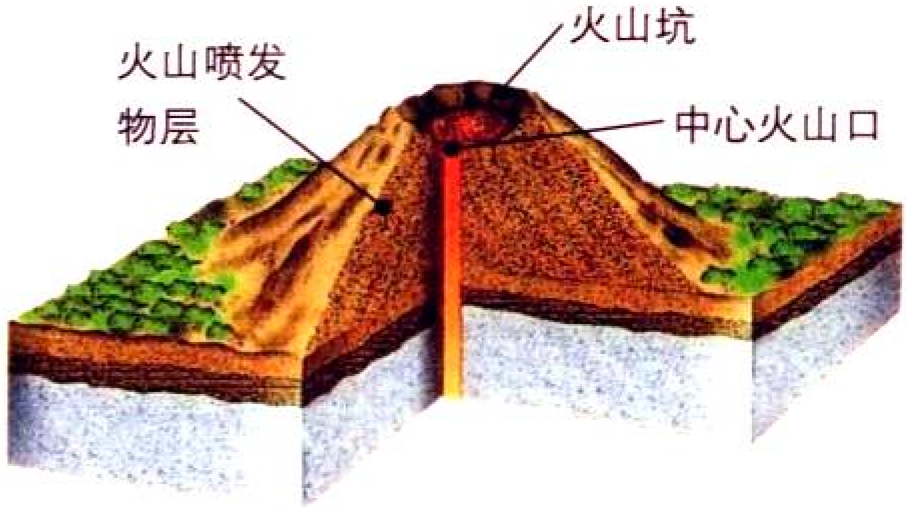
在宁静式喷发中不断喷涌而出的熔岩流渐渐形成开阔的、坡度缓和的火山，叫盾形火山。



▲夏威夷群岛中的莫纳罗亚山属于盾形火山。

火山灰锥

火山渣和火山灰从火山口喷涌而出，堆在火山口周围，形成的锥状山叫做火山灰锥。

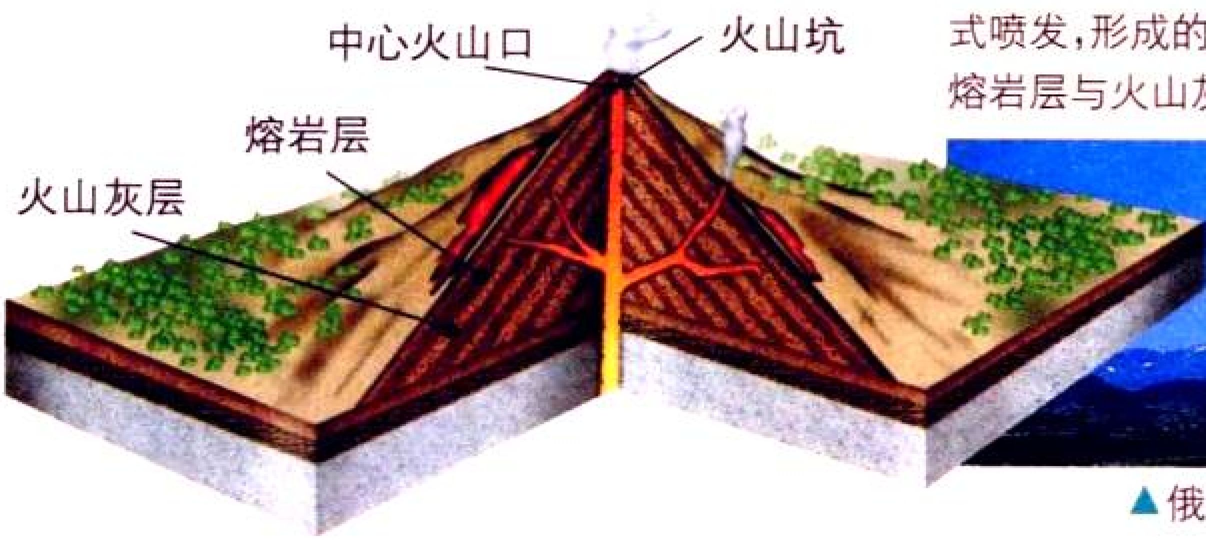




▲亚利桑那州的日落坑是一座死火山灰锥。

复合火山

如果火山喷发的方式兼有宁静式喷发和爆烈式喷发，形成的火山是复合火山。复合火山由熔岩层与火山灰、火山渣、火山弹交错组成。





▲俄勒冈州的胡德火山属于复合火山。

熔岩和火山灰形成的土壤

与环境科学的综合 火山喷发出的熔岩、火山灰和火山渣起初十分贫瘠，然而经过时间的推移，熔岩流的坚硬表面被风化形成土壤，渐渐变得适合植物生长。有的火山土壤堪称是世界上最“富有”的土壤，因为它非常肥沃，适合植物的生长。火山灰经风化后富含钾、磷等植物所需的矿物质。因此人类喜欢居住在活火山附近。

想一想 ***火山土壤是怎样形成的?***

岩浆塑造的地貌

岩浆沿着地壳裂隙向上渗透，有时还未到达地表就已冷却变硬形成岩石。当上面的岩层被流水、冰川和风等地表剥蚀力剥蚀后，岩浆岩就裸露出地表。**岩浆侵入可形成火山颈、岩墙、岩床以及岩基和圆顶山。**

火山颈、岩墙和岩床 **火山颈**（volcanic neck）看起来像粘在地面的巨型牙齿。岩浆在火山通道内冷却变硬，当外围松软的岩石被风化掉后，由坚硬岩浆岩形成的火山颈就显露出来。岩浆横穿岩层时冷却变硬形成**岩墙**（dike），岩浆顺着岩层侵入形成的地形为**岩床**（sill）。

图 3-12 地下岩浆固化可形成火山颈、岩墙和岩床。

比较与对比 *岩墙和岩床有什么区别?*



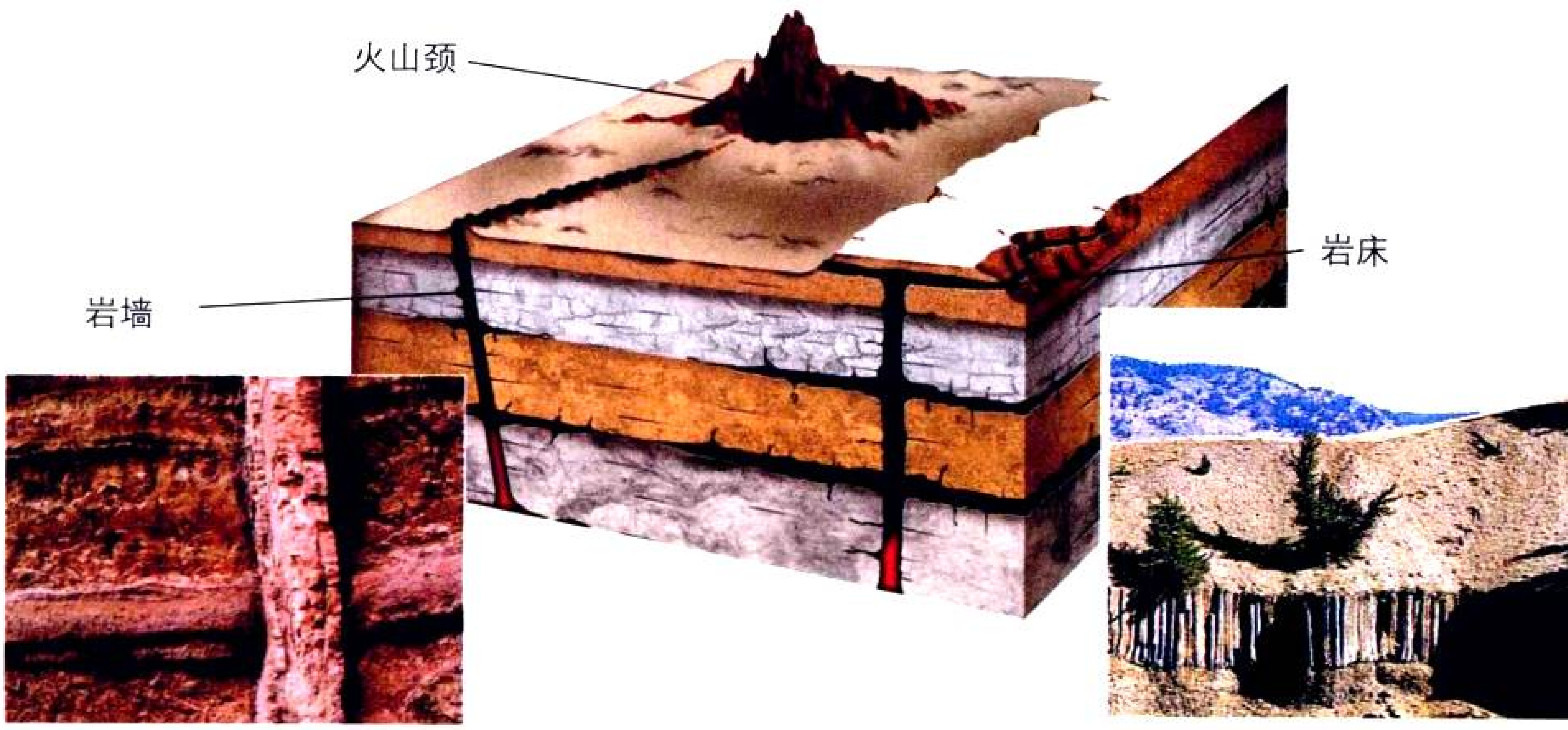






图 3-13　岩浆在地壳内部冷却形成岩基。北美一个最大的岩基形成了内华达山脉的核心，下图是位于约塞米蒂国家公园内的山脉，属于花岗岩质岩基的一部分。

岩基　**岩基（batholith）**是由巨大的岩浆侵入并在地壳内部冷却形成的巨大岩块，它构成山脉的核心。如图3-13，左边是岩基形成示意图，右边的照片是露出地表的岩基。

圆顶山　圆顶山是由较小的岩浆侵入形成的。上升的岩浆冲击覆盖在上面的水平岩层，水平岩层便向上拱起，成为圆顶状。当圆顶山上部的岩层被剥蚀，圆顶山就露出地表，如美国南达科他州的黑山。

第三节复习

1. 描述由熔岩和火山灰形成的五种地形。
2. 简述熔岩高原的形成过程。
3. 岩浆在地表以下变硬，结果形成什么地形？
4. 简述在地表以下硬化的岩浆是怎样形成圆顶山的？
5. **理性思维　因果关系**　如果岩浆室中的岩浆被掏空，将形成什么地形？

课题 3

检查进度

到现在为止，你应该已收集到一些有关火山地区居民生活的资料了。你还需要作进一步研究吗？请准备制定展示计划，如设计脚本。具体做法是：设计展示活动的每一个主要步骤，把它们记下来，与小组成员一起分担各项工作。

制作乳胶火山模型

来自火山内部的岩浆是沿着地壳裂隙运动，还是沿着岩浆通道运动的？岩浆喷发怎样形成岩墙和岩床？你可以利用乳胶和红色色素来模拟火山和岩浆，找出答案。

问题

火山内岩浆怎样运动？

技能

构想假说　　制作模型　　观察

材料

塑料杯　　碟子或平底锅

塑料刀

铝制比萨锅，每隔2.5 cm冲出一个孔

碗状无味乳胶模子

红色食物色素

塑料注射器，10cc

3个麦片包装纸盒

橡胶手套　　白纸

步骤

1. 岩浆喷发前，它怎样从地下岩浆房向上运动？将你的设想记下来。
2. 从速冻箱中取出乳胶，快速放入装有热水的碗中，使乳胶与容器分离。
3. 将比萨锅放在乳胶上，使乳胶位于锅子中央，用手按住比萨锅，小心地将乳胶和锅子倒过来。
4. 将比萨锅和乳胶模子放在麦片包装纸盒上，如图所示。
5. 小心地移开碗，乳胶模子就成了一个火山模型。
6. 用注射器吸取红色色素（代表岩浆），将注射器倒过来，排去气泡，直到挤出少量液体为止。
7. 将注射器的针头从比萨锅的小孔中插到火山模型的中心，慢慢地将“岩浆”注射到乳胶中，注射时间不要少于30秒。观察“岩浆”发生的变化。
8. 尽可能多地重复步骤6和7，每次都仔细观察“岩浆”的运动方向。

   注意：当注射部位不同时，“岩浆”运动的方向是否有差别？记下观察结果。
9. 从上向下观察火山模型，画出“岩浆”的位置和形状草图，并注明“俯视”。
10. 小心地用塑料刀将火山模型切成两半，在切面上找出“岩浆”的轮廓。
11. 画出从横切面上观察“岩浆”的位置和形状草图，注明“横切面”。

分析与结论

1. **观察** “岩浆”是怎样穿过火山模型的？是直接穿过火山模型中心向上运动，还是分岔向上运动？解释岩浆为什么以这种方式运动。
2. **构想假说** 你可以运用哪些知识或经验来支持你的假设？比较岩浆的实际运动方式与你的假设，有差距吗？
3. **探索** 当注射器注射的部位改变时，岩浆运动的方向有什么不同吗？
4. **交流信息** 怎样比较你在模型中观察到的“岩浆运动”与实际火山中的岩浆运动？

设计实验

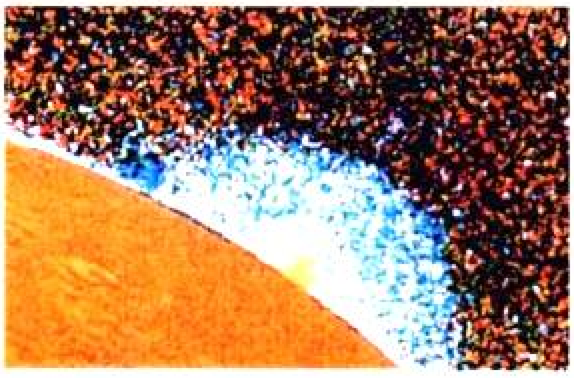
运用两个薄层状乳胶模子重复这个实验。在注射“岩浆”之前，先预测一下岩层对岩浆运动有什么影响。记下你观察到的现象。你的预测准确吗？这个模型可以模拟哪一种火山地貌的形成？你能否用层状乳胶模子演示其他火山地貌的形成过程？

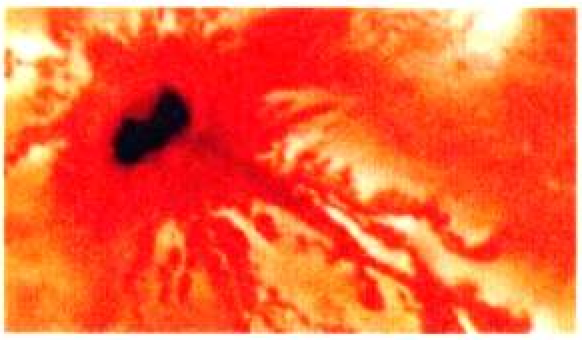


SECTION 4 太阳系中的火山

探索 活动

什么营力塑造了伊奥卫星的表面





伊奥卫星是木星的一颗卫星。左图是 1979 年航海者号太空探索船经过伊奥卫星时拍到的照片，从照片上可以看出，在伊奥卫星上存在异常地形和地质活动。

1. 观察左上图中伊奥卫星边缘向上升起的蓝云。你认为它是什么?
2. 观察左下图中伊奥卫星的表面。你觉得它看上去像什么?

思考

提出问题 伊奥卫星上的火山活动与地球上的火山活动相似吗? 为了找到答案，你可以从几个方面提出问题,并一一作答。

阅读指南

- 怎样比较火星、金星与地球上的火山?
- 在木星的卫星和海王星的卫星上发现了什么样的火山活动?

阅读提示 在阅读之前，先浏览每节标题，预测除地球以外、太阳系中哪些星球还存在火山活动。

地球并不是太阳系中惟一存在火山活动的星体，太空考察船拍摄到的照片证明，在水星、金星和火星上都曾存在过火山活动，这些行星就像地球和它的卫星一样，都是岩石地壳。科学家认为这些星球曾是炙热的熔融状态的行星核，热量导致了火山活动。但由于这些星体比地球小，它们的行星核现在已经冷却，因此火山活动停止了。

地质学家急于获得其他行星和卫星的资料。通过比较地球与太阳系中的其他星体，地质学家便可以更好地了解几十亿年来地球形成的过程。

地球的卫星

如果你通过望远镜观察月球，你会注意到月球表面分布着许多淡色的陨石坑，而颜色深的区域看起来异常平滑。淡色的陨石坑是数十亿年来陨石撞击月球留下的印迹，平滑区域是30多亿年前熔岩流过的地方。

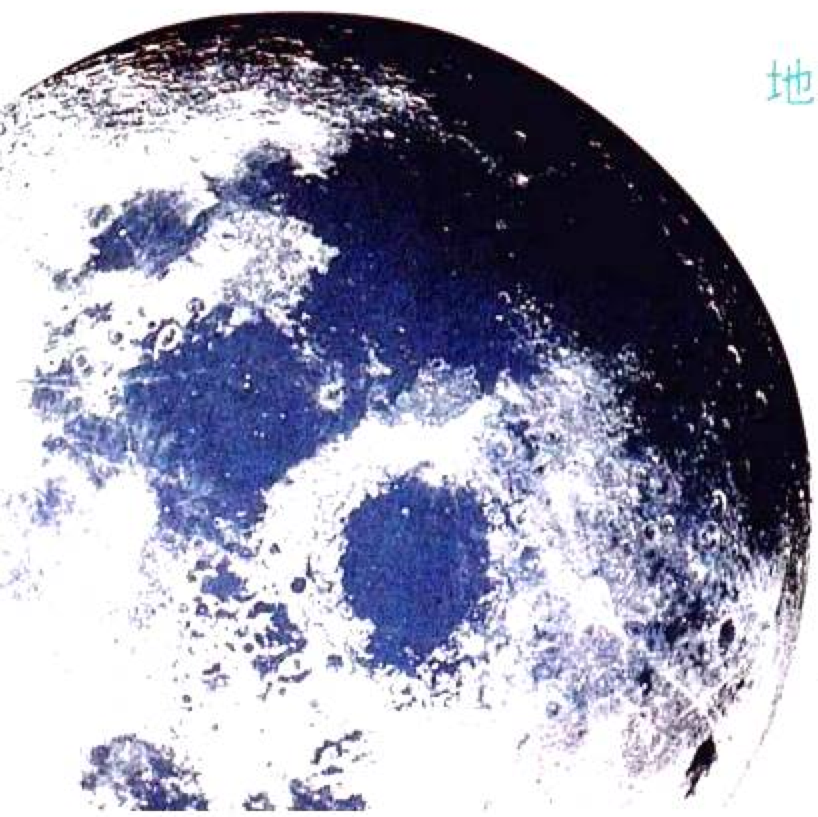


图 3-14 图中月球表面的暗色区域是由玄武岩组成的平原。玄武岩是一种由熔岩形成的岩石。

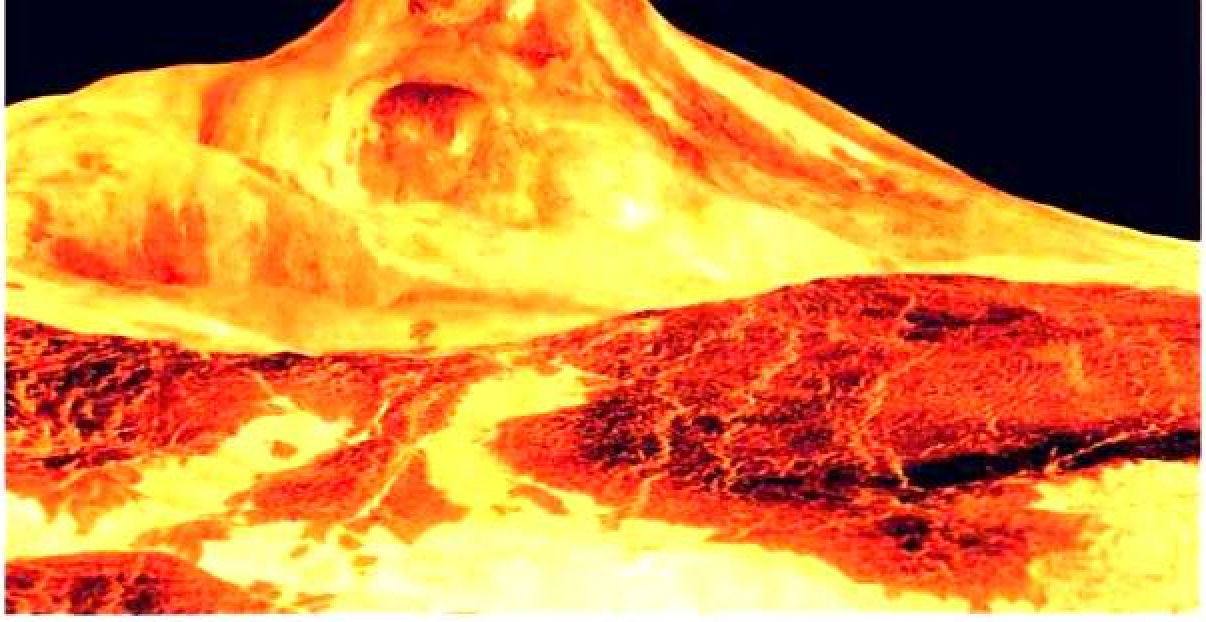


图 3-15 麦哲伦号太空考察船探测到的金星上的火山，但没有发现最近的或正在活动的火山。

金星上的火山

1990年发射到金星的麦哲伦号太空考察船探测到的资料令地质学家非常激动。考察表明金星上存在持续数十亿年的大范围的火山活动，它上面有几千座火山，其中大约有150座是直径100~600千米、高度达500米的大火山。金星上最大的火山是忒伊亚火山，它的直径为800千米，高度达4 000 米。科学家正在努力寻找证据，证明金星上的火山是活火山。

跟地球一样，金星上也存在火山，以及由易流动的熔岩形成的火山地形。这些稀薄的熔岩形成的盾形火山具有宽阔的基底，坡度延伸得很长，像一条"熔岩河"。金星上有一条熔岩流的长度超过6 800千米！

☑ *想一想* ***金星上哪种类型的火山最常见？***

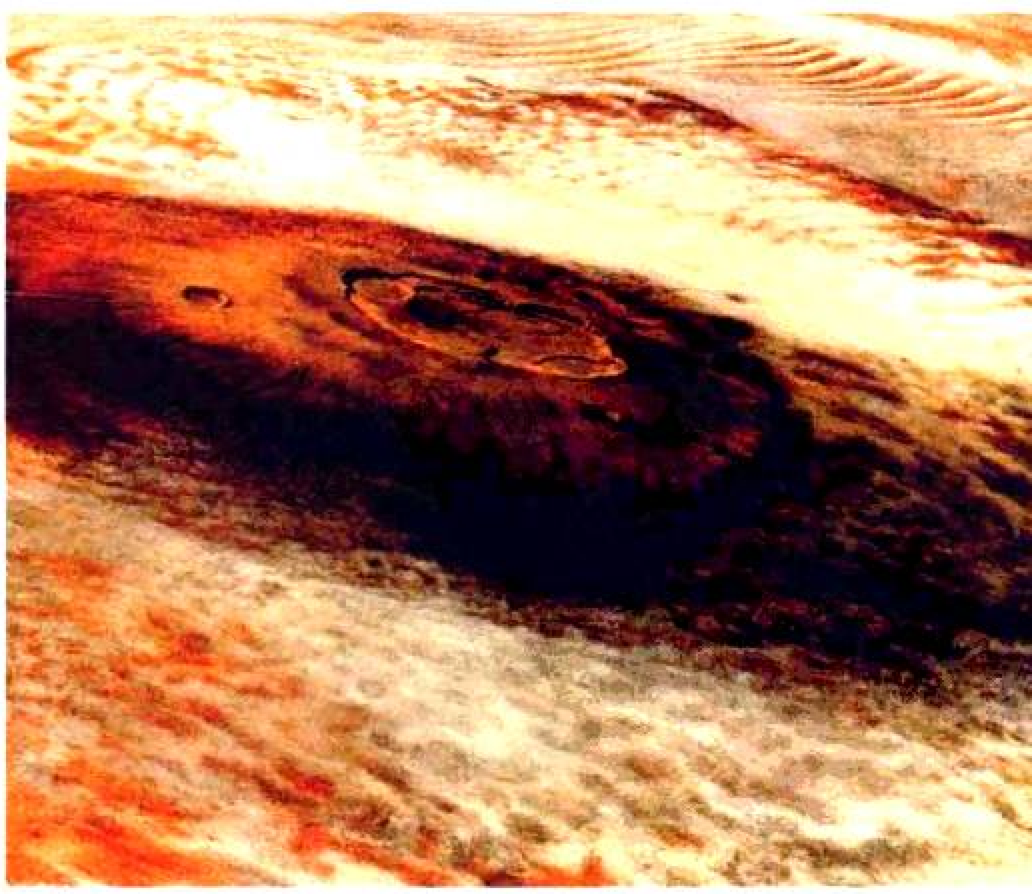
火星上的火山

火星上火山活动的历史比较长，但数量比金星要少得多。科学家只在火星表面一个很小范围内发现了火山。

火星上的火山具有各种火山地形，**巨大的盾形火山、锥形火山、熔岩流都与金星和地球上的十分相似，**火星上的熔岩平原与月球上的相似。

太阳系中最大的火山就在火星上。奥林帕斯莫恩火山是盾形火山，与夏威夷岛上的莫纳罗亚火山很相似，但比它大得多，相当于美国俄亥俄州这么大。这个巨型火山比金星上的忒伊亚火山要高8倍多。

图 3-16 科学家估计火星上的奥林帕斯莫恩火山大约已形成10亿年。莫恩山下大部分都是巨型悬崖，深达10千米，是美国大峡谷深度的5倍多。



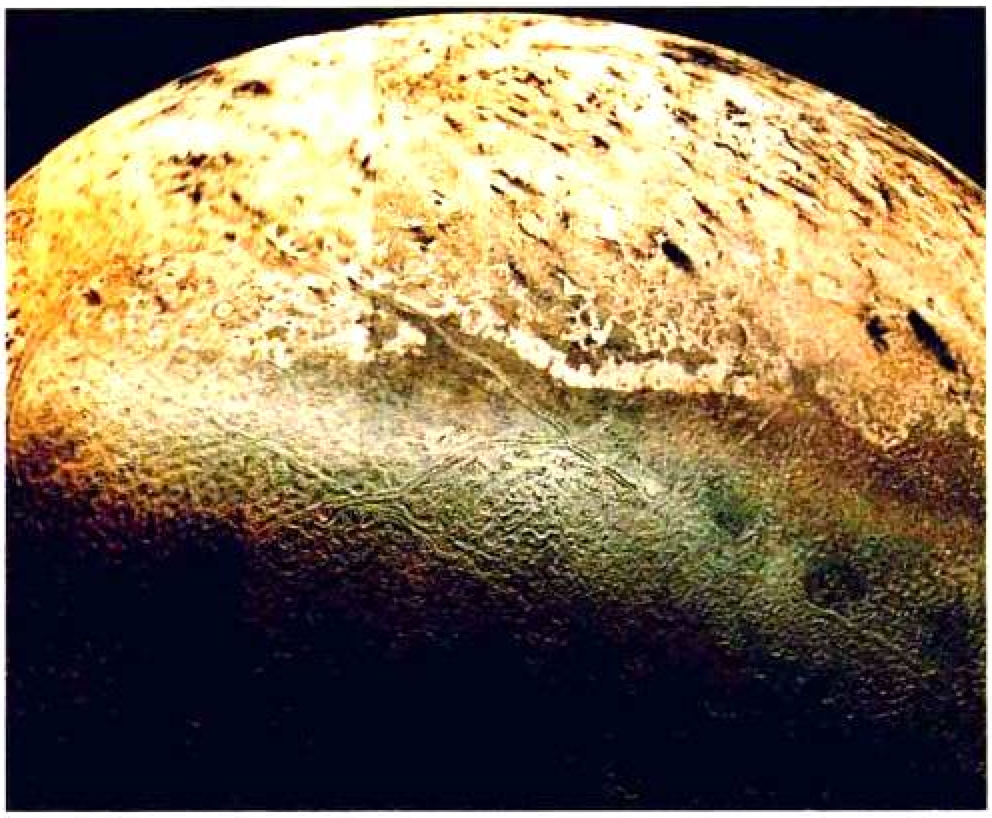


图 3-17　海王星的突来顿卫星表面分布着一些凝结的熔岩湖。突来顿卫星内的液态物质就是从这些熔岩湖向外喷发的。

提出问题　假设你正在太空考察船上观察突来顿卫星，你会考虑到哪些有关火山喷发的问题？

科学家估计火星上的火山活动大约可追溯到35亿年前，大约与月球上的火山活动是同时期的。火星上的火山看起来不像活火山，奥林帕斯莫恩火山的熔岩流可能是1亿年前喷发的。

卫星上的火山

除地球以外，太阳系中只发现两个卫星上存在火山活动：木星的伊奥卫星和海王星的突来顿卫星。1979年，旅行者1号太空船经过这些卫星时拍摄到它们正在喷发的火山的照片。令地质学家惊讶的是，**伊奥卫星和突来顿卫星上的火山地形与地球、金星以及火星上的完全不同**。在伊奥卫星上，硫火山像泉水一样喷涌而出，覆盖在多彩的卫星表面。突来顿卫星的火山喷发物中含有氮。氮在地球上是气体，但突来顿卫星的温度非常低，大部分氮都凝结为固体。科学家推测突来顿卫星表面由固态的水和其他物质组成，吸收太阳热量后，表层下的一部分氮融化，于是液态氮就膨胀冲出冰封的地表。

木星、土星、海王星的其他卫星上也有火山活动的迹象，但科学家还没有观测到任何正在活动的火山。

第四节复习

1. 描述金星和火星上的火山地形。这些火山地形与地球上的相似吗？为什么？
2. 木星和海王星的卫星上的火山活动与地球上的火山活动有什么区别？
3. 太阳系中最大的火山是哪一座？它属于哪一类型的火山？
4. 理性思维　比较与对比　比较金星和火星上的火山。

课题 3

检查进度

现在你们小组应该已经设计好课件，一些必需的材料也已准备好了。你们的演示应具有丰富的素材，如演示图、投影图和电脑数据资料等，使观众容易理解。如果你使用视频或音频设备，请将资料录制好。复习一下全部内容，在语言表述、前后连贯性以及幽默性方面再仔细推敲一下。

学习指导

SECTION 1 火山和板块构造

知识要点

- 火山是岩浆从地下向地表喷发的出口。到达地表的岩浆叫做熔岩。
- 火山的建设营力作用形成新的陆地和岛屿。
- 许多火山沿着地球板块边缘、大陆边缘、火山岛弧和洋中脊分布。

关键术语

火山　　熔岩
火山岛弧　　岩浆
火圈　　热点

SECTION 2 火山活动

知识要点

- 在火山爆发时，溶解在岩浆中的气体与岩浆一起喷发出来。
- 火山喷发的方式有宁静式喷发和爆烈式喷发，这取决于岩浆中溶解的气体总量和岩浆的黏稠度。
- 岩浆加热地下水形成温泉和间歇泉。
- 火山灾害包括火山灰流、土崩、火山灰、熔岩流、洪水和致命的气体等。

关键术语

岩浆房　　火山灰流
岩浆通道　　活火山
火山口　　休眠火山
熔岩流　　死火山
火山坑　　温泉
二氧化硅　　间歇泉
绳状熔岩　　地热
阿阿熔岩

SECTION 3 火山地貌

知识要点

- 不同类型的火山活动形成不同的火山地形。
- 熔岩在地表形成盾形火山、火山灰锥、复合火山和熔岩高原等各种地形。
- 火山活动可以形成肥沃的土壤。
- 岩浆在地下硬化形成岩基、圆顶山、岩墙和岩床等地形。当上覆的岩层被剥蚀后，它们就显露在地表。

关键术语

盾形火山　　火山颈
火山灰锥　　岩墙
复合火山　　岩床
破火山口　　岩基



SECTION 4 太阳系中的火山

与空间科学的综合

知识要点

- 金星和火星上都有与地球相似的死火山。
- 太空船拍摄到了木星和海王星的卫星上的火山活动。

相关网站 活动

www.science-explorer.phschool.com

第3章复习

第3章复习

复习题

选择题

请选择最佳答案。

1. 当两个洋壳板块相撞，结果可能形成______。
   a. 大陆边缘的火山
   b. 热点火山
   c. 火山岛弧中的火山
   d. 沿着洋中脊的火山
2. 岩浆喷发的能量来自______。
   a. 热能
   b. 岩浆通道的形状
   c. 地热能量
   d. 溶解在岩浆中的具有一定压力的气体
3. 稀薄的熔岩很可能形成______。
   a. 火山灰锥喷发
   b. 爆烈式喷发
   c. 宁静式喷发
   d. 火山碎屑物喷发
4. 熔岩层和火山灰层互相交错形成于______。
   a. 圆顶山中
   b. 火山墙和火山床中
   c. 盾形火山中
   d. 复合火山中
5. 下列星球中发现活火山的是______。
   a. 金星　　b. 火星
   c. 突来顿卫星　　d. 月球

判断题

如果下列叙述正确，写“T”；如果错误，写“F”，并修改划线部分。

6. 许多火山分布在两个洋壳碰撞形成的火山岛弧处。
7. 稀薄的、流动的熔岩通常形成火山灰、火山渣和火山弹。
8. 一个死火山不可能在你有生之年喷发。
9. 热点位于岩浆从地幔向地壳上升的地方。
10. 太阳系中最大的火山是金星上的奥林帕斯莫恩火山。

简述题

11. 什么是火圈？
12. 怎样用板块构造理论来解释洋中脊火山的形成？
13. 热点火山分布在地球板块的什么位置？
14. 硅的含量对岩浆特性有什么影响？
15. 温泉和间歇泉是怎样形成的？
16. 当你观察最近活动过的一座火山的熔岩流，发现有的熔岩表面粗糙，岩石粗短。请问这是哪一种熔岩？它是怎样形成的？
17. 盾形火山是怎样形成的？
18. 为什么说地震是火山喷发的前兆？
19. **科技写作**　假如你是一位20世纪80年代的新闻记者，你被分派去采访圣海伦火山喷发事件。请将你的发现写成一个新闻故事。

形象思维

20. **完图填空**　将火山类型图复制到你的笔记本中，填空，并给图命名。

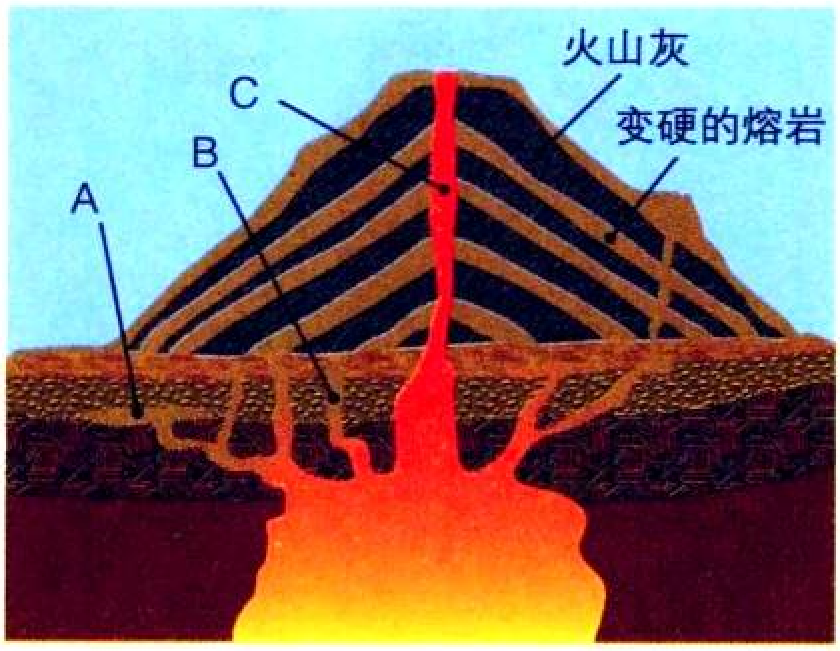


应用技能

根据下图回答第 21~24 题。

21. 分类 这座火山由哪些部分组成？地质学家怎样将火山进行分类？

22. 构想假说 图中 A 处的特点是什么？B 处的特点呢？这些特点是怎样形成的？



23. 推论 这座火山位于洋壳向陆壳俯冲消减的地带。这座火山喷发时是宁静式喷发还是爆裂式喷发？为什么？

24. 推测 图中 C 处的特点是什么？如果这儿被冷却的岩浆堵住，火山会发生什么现象？请解释。

理性思维

25. 应用概念 美国东部沿海有可能发生火山喷发吗？为什么？

26. 比较与对比 请比较位于火山岛弧与热点上的火山的形成方式。

27. 归纳 火山喷发对火山地区，包括该地区的动植物有什么影响？

学 习 评 估

课题 3 总 结

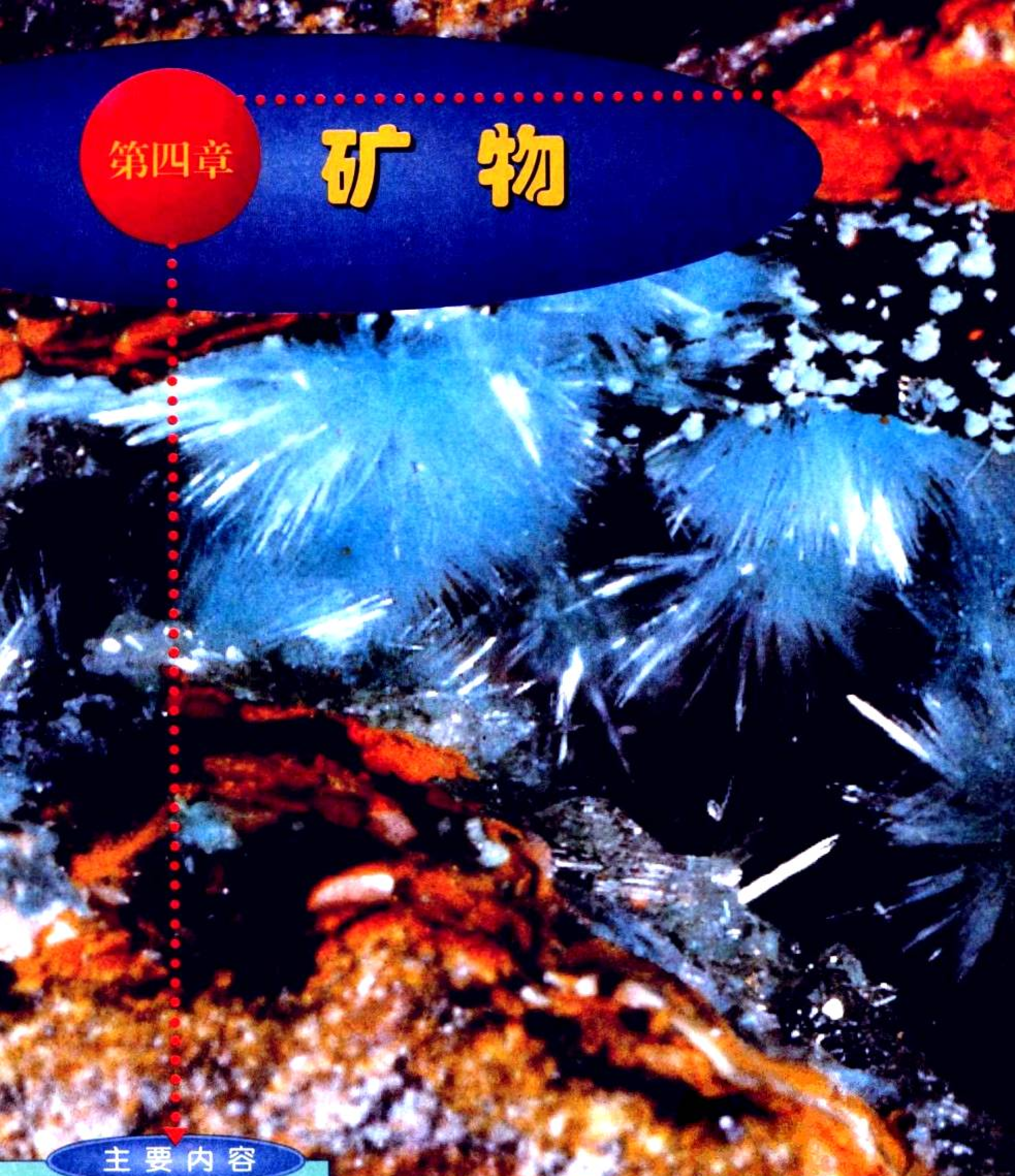
实验汇报 在给全班同学展示之前，与同组的同学先彩排一次，所有组员都应该能回答同学们可能提出的问题。

思考与记录 对展示效果做一个自我评价。有没有需要改进的地方？当你观看其他展示资料时，你是否注意到，在不同火山地区生活的人们，他们的生活有某些相似之处？

实践活动

在学校 将学校走廊的墙面设计成一个画廊，着重表现什么是火山，以及火山对人类有哪些影响，如火山如何在地球内孕育形成，火山如何喷发到地表等。另外，你也可以利用图片来说明火山对人类带来的危害和益处。

第四章 矿物



主要内容

与工程学的综合

SECTION 1 矿物的特性

探索　矿物本身的颜色是什么

增进技能　分类

试一试　制作晶体手印

技能实验室　矿物的密度

SECTION 2 矿物的形成

探索　冷却速度对晶体的形成有影响吗

SECTION 3 矿产资源

探索　矿物加工成矿产品需要哪些工序

生活实验室　还原铜实验

课题 4

晶体生长实验

矿物非常美丽，因为矿物呈现出的色彩和晶体形态多得惊人，如透明的岩盐立方体、精美的红宝石和蓝宝石等，还有的矿物晶体就像蒲公英的花粉。在这个课题中，我们将通过晶体生长实验来了解不同化学物质形成不同形态晶体的过程。

课题目标 设计晶体生长实验，并自己完成这个实验。

为了完成这个课题，你需要：

- 准备一个三维晶体生长容器。
- 至少准备两种晶体生长溶液。
- 观察并记录晶体的形状和生长速度。
- 严格按照附录A中的实验室安全守则。

课题准备 先选择制作生长容器的材料，老师将提供一些有关如何选择容器材料和生长溶液的建议，供参考。

检查进度 你将在学习本章知识的同时完成这个课题。为了确保课题有序地进行，请参阅以下“检查进度”栏：

第一节复习，第126页：设计、制作晶体生长容器，配制生长溶液。

第二节复习，第132页：观察和记录晶体生长。

总结 在本章最后（第143页），将你做的晶体在班上展示，并介绍你的实验步骤、观察的方法及得出的结论。



这些绿铜锌矿晶体是在墨西哥的一个铜矿中发现的，它由锌、铜等元素构成。

SECTION 1 矿物的特性

探索 活动

矿物本身的颜色是什么

1. 磁铁矿和黑色赤铁矿都是含铁的矿物，描述这两种矿物样品的颜色和外形。它们的颜色和外形相同吗?
2. 将黑色赤铁矿在瓷器背面或瓷砖反面擦一下，观察瓷砖上的擦痕的颜色。
3. 将瓷砖擦干净。
4. 再将磁铁矿在瓷砖的反面擦一下，观察擦痕的颜色。



思考

观察 两种矿物样品的擦痕与它本身的颜色一致吗?怎样利用这种方法来鉴别不同的矿物?

阅读指南

- 矿物的特性是什么?
- 怎样鉴别矿物?

阅读提示 一边阅读，一边制作一个简单的图表，说明什么是矿物，以及怎样鉴别矿物。

你也许去过科技博物馆的矿物标本展厅，那儿存放着许多你闻所未闻的矿物，如标有“闪锌矿”字样的深红色晶体。你也许会惊讶地发现闪锌矿是由锌和镓合成的，这些金属常被用来制造如罐头盒、计算机芯片等产品。在日常生活中，你也会接触到很多矿物，如绿松石，它是一种蓝绿色矿物，可用来加工宝石。

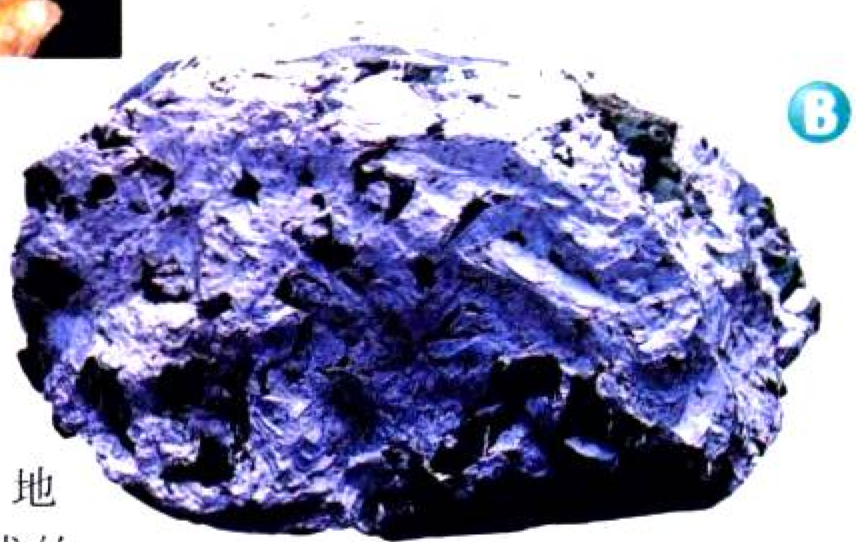


图 4-1 经过加工之后，这些石头就可以成为精美的首饰，还可以用于水晶疗法。



图 4–2 **A.**闪锌矿的红色晶体叫红宝石。**B.**硼砂是干涸湖床上形成的晶体。**C.**煤不是矿物，因为它是由古代植物遗骸形成的。

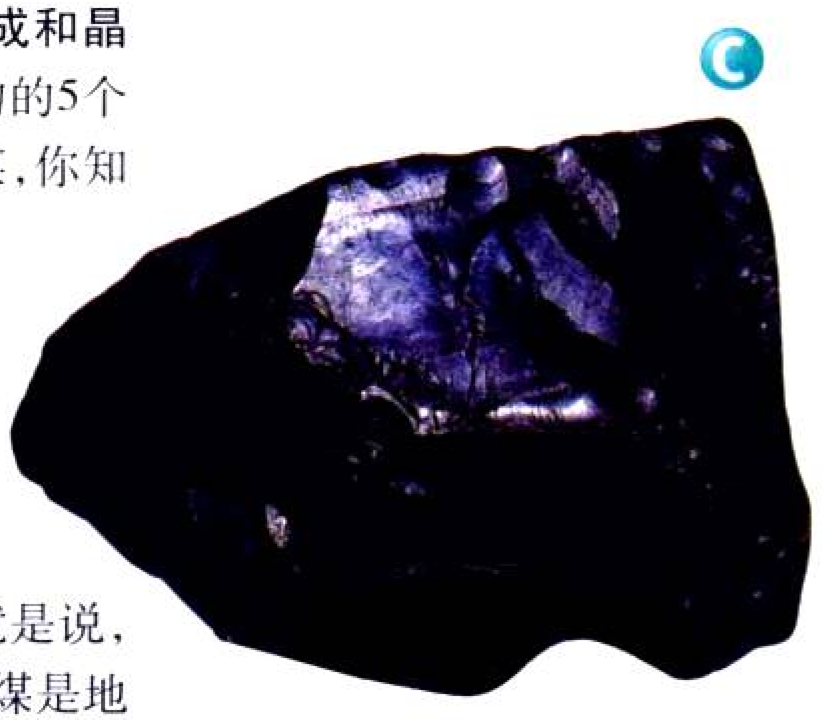
比较与对比 *闪锌矿和硼砂有什么相似之处？有什么区别？*



什么是矿物

闪锌矿和绿松石只不过是地质学家鉴定过的3 000多种矿物中的两种。在这3 000多种矿物中，大约仅有100种是常见的，其他矿物则比金子还难找。地壳中的大部分岩石都是由其中20种组成的，这些矿物被认为是造岩矿物。本书后面的附录B列出了最常见的造岩矿物。

矿物是天然形成的、具有固定的化学组成和晶体结构的、属于无机物的固态物质。这是矿物的5个基本特征。如图4–2，请比较闪锌矿、硼砂和煤，你知道哪些是矿物吗？



天然形成 矿物必须是天然形成的。我们平时见到的水泥、砖头、钢铁和玻璃等建筑材料都是人类制造出来的，而非天然形成，所以它们不是矿物。

无机物 矿物必须是**无机物（inorganic）**，也就是说，矿物不是由组成生物体的物质形成的。例如，煤是地壳中天然形成的，但地质学家认为煤不是矿物，因为它来自数百万年前生活于地球上的动植物遗骸。

固体 矿物通常是固体，具有一定的体积和形状，这是由于组成固体的微粒被紧紧地束缚在一起、不能随意移动的缘故。

晶体结构 矿物中的微粒总是以同一种方式重复排列着,以这种方式排列形成的固体叫**晶体(crystal)**。晶体光滑的表面叫晶面,晶面相交形成晶体的边和角。

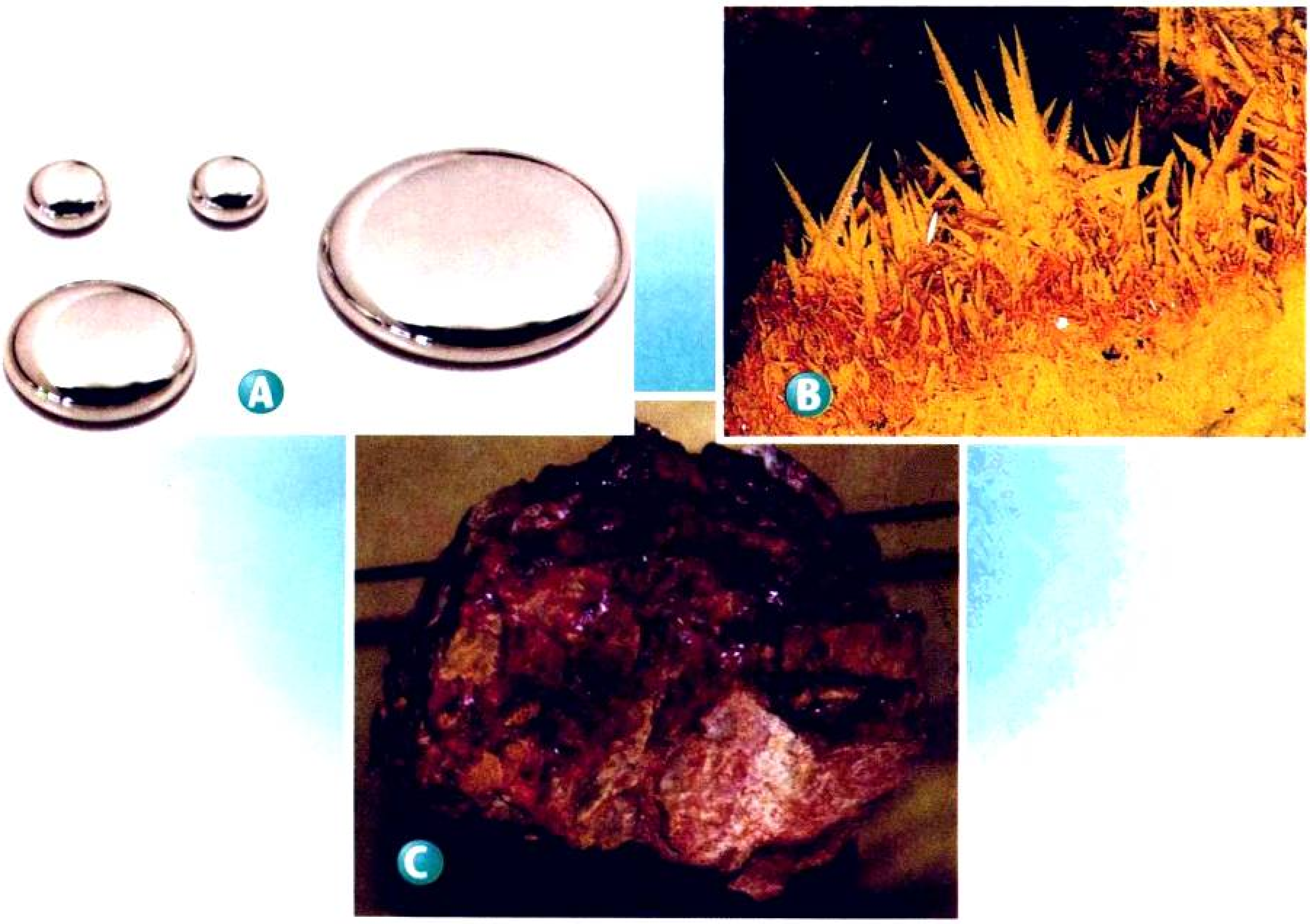
有的晶体结构可以用肉眼看到,有的只能通过显微镜才能看到。而有一小部分矿物,如蛋白石,虽然它不具有晶体结构,我们仍将它归为矿物。

固定的化学组成 矿物具有固定的化学组成,也就是说,矿物的元素组成和含量是固定不变的。同一种原子总称为**元素(element)**,同一元素的所有原子具有相同的物理、化学性质。

与化学的综合

几乎所有的矿物都是化合物。**化合物(compound)**是由两种或两种以上的元素结合在一起形成的物质,它改变了组成它的各元素原来的理化性质,这种结合叫做化合,如石英晶体中每一个硅原子都与两个氧原子结合。每种化合物都有自己的理化性质,而与组成它的元素的理化性质有很大的区别。如图4–3,比较辰砂与组成它的各元素——水银和硫的理化性质。

图 4–3 矿物通常是由两种或两种以上元素化合而成的化合物。**A.**水银是在室温下呈液态的金属。**B.**硫是亮黄色固体。**C.**辰砂是水银和硫化合而成的红色晶体。



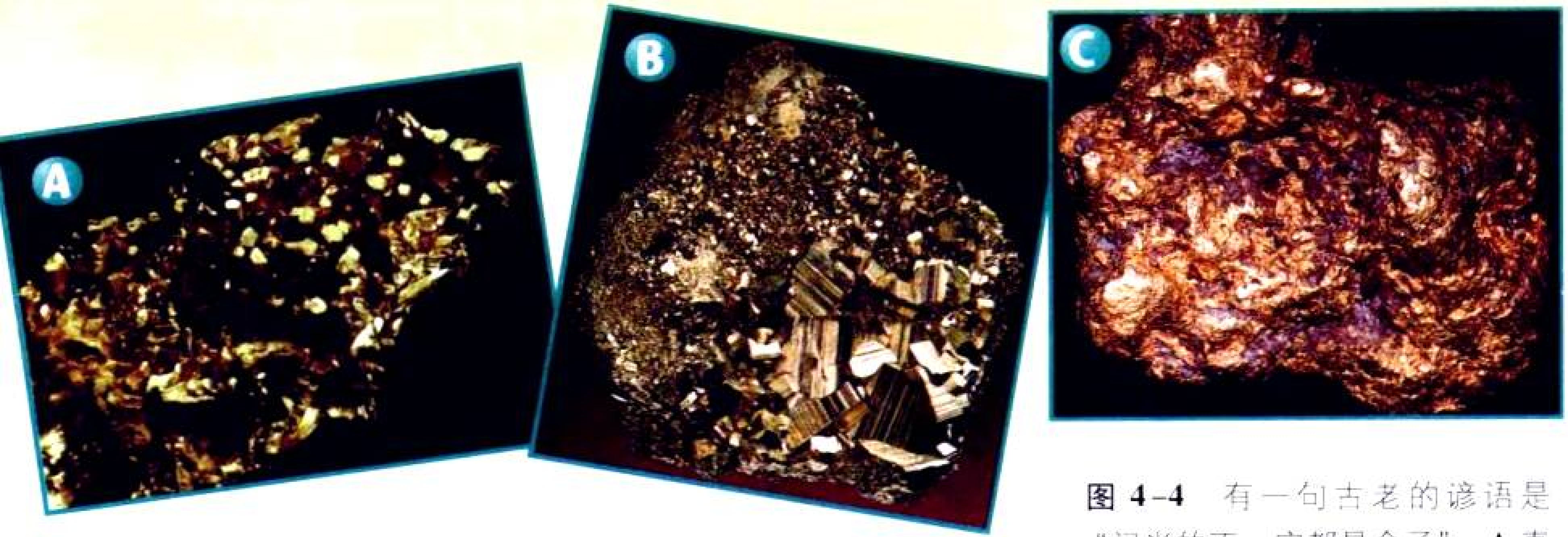


图 4-4 有一句古老的谚语是"闪光的不一定都是金子"。**A.**真金是纯金属。**B.**黄铁矿，即假金子，含有铁和硫。**C.**黄铜矿是铜、铁和硫的化合物。

观察 *这些矿物的色彩很相似。仔细观察，它们的外观有区别吗？*

在自然界中，有些元素可以单独存在，如铜、银、金等，它们也属于矿物。几乎所有的由单一元素组成的矿物都是金属。

☑ **想一想** ***矿物具有固定的化学组成是什么意思？***

鉴定矿物

在1849年加利福尼亚淘金热中，成千上万的人涌到加利福尼亚山寻找金矿。有些人找到了金子，但大部分人找到的只是失望。而最感到失望的可能是那些找到黄铁矿的人，虽然它很像金子，但它是"愚人的金子"。如图4-4所示的这三种矿物看起来都很像金子，但只有一种是真的。

这么多种矿物，要将它们一一区分开来并不是一件容易的事，仅靠颜色进行鉴定是远远不够的。我们知道，**每种矿物都具有特定的物理、化学性质，因此我们可以利用这种特性进行鉴别。**

通过观察样品可以了解矿物的一些表面特性，但如果想了解更多的特性，就需要通过实验来识别。当你读到有关矿物的特性时，请你考虑如何利用这些特性来鉴别矿物。

硬度 硬度是常用的、最好的鉴定办法。1812 年，奥地利矿物专家弗利德里奇·莫恩斯发明了一种描述和比较矿物硬度的尺度——**莫氏硬度（Mohs hardness scale）**。他选出 10 种矿物，将它们按从软到硬的顺序排列起来。在图

增进技能

分类 活动

1. 用指甲在滑石、方解石和石英上刻划，将能划出痕迹的矿物记下来。
2. 然后用硬币刻划这三种样品，结果相同吗？
3. 有没有你用这两种方式都刻划不出痕迹的矿物？
4. 按照硬度由小到大的顺序将这三种矿物排列起来。

图 4-5 莫氏硬度选用 10 种矿物排成 10 个硬度等级。**得出结论** *如果你发现一种矿物，它能被钢刀划出痕迹，但不能被硬币划出痕迹，那么在莫氏硬度中，它的硬度等级是多少？*

莫氏硬度		
矿　物	**等 级**	**实验方法**
滑　石	1	是已知的最软的矿物。用指甲能容易地把它划成薄片。
石　膏	**2**	**指甲可以轻易刻划。**
方解石	3	指甲刻划不出痕迹，但硬币可以。
萤　石	**4**	**小刀可轻易刻划出痕迹。**
磷灰石	5	小刀可以刻划出痕迹。
长　石	**6**	**小刀刻划不出痕迹，但玻璃可以。**
石　英	7	能够在钢和硬玻璃上刻划出痕迹。
黄　玉	**8**	**能够在石英上刻划出痕迹。**
金刚砂	9	能够在黄玉上刻划出痕迹。
金刚石	**10**	**是已知的最硬的矿物，它可以在所有其他物体上刻划出痕迹。**

4–5中找出最软的矿物和最硬的矿物。我们知道，一种矿物能够在硬度比它软的矿物上划出刻痕，所以，要确定一块莫氏硬度表中没有列出的矿物的硬度，如闪锌矿，你可以试着用滑石、石膏和方解石分别刻划闪锌矿，但都不能划出刻痕，而在莫氏硬度中硬度为5的磷灰石可以在它上面划出刻痕，所以你可以判断闪锌矿的硬度为4。

颜色　颜色是最容易观察到的矿物特性，但只能用来鉴别少数几种具有特殊颜色的矿物，如孔雀石总是绿色的，蓝铜矿总是蓝色的。许多矿物具有多种色彩，如图4–6中的石英。



图 4–6 各种色彩的石英晶体。

条痕　条痕也是鉴别矿物的一个证据。**条痕（streak）**是矿物粉末的颜色，你可以通过在未上釉的瓷片上刻划来观察条痕颜色，这个瓷片叫条痕板。即使矿物颜色千变万化，但条痕的颜色始终不变，并且条痕的颜色通常与矿物的颜色不一致。例如，尽管黄铁矿具有金黄色光泽，但它的条痕却呈黑绿色。真金的条痕是金黄色的。



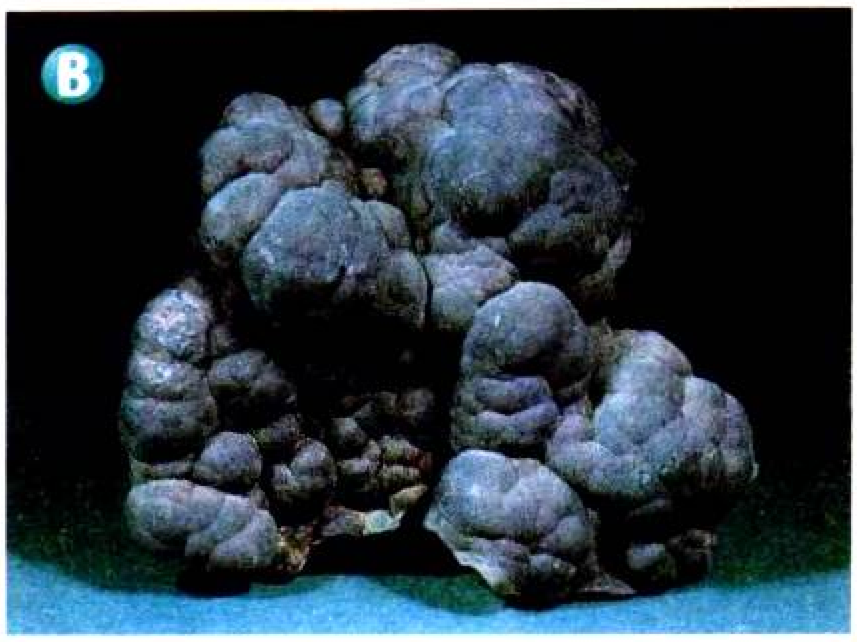


图 4–7　**A.**含铅的方铅矿带有金属光泽。**B.**孔雀石含有铜，具有丝绢光泽。

光泽　光泽是另一种鉴别矿物的依据。**光泽（luster）**是描述矿物表面对光的反射作用的术语。含有金属的矿物通常是闪闪发光的，例如方铅矿中含有铅，因此方铅矿带有金属光泽。观察图4–7中方铅矿和孔雀石的照片，比较方铅矿与孔雀石的光泽。其他常用于描述矿物光泽的术语还有土质、蜡质、玻璃质和珍珠质光泽等，如石英呈玻璃光泽。

密度　每种矿物的密度都是固定的。回忆第一章内容，我们知道，密度是指一定空间内物体的质量，或单位体积内物体的质量。不管矿物的体积有多大，它的密度始终不变。

比较两种体积相同的矿物样品，用手掂一掂，感觉一下它们的质量，你就会发现石英和方铅矿的密度大不一样。对于相同体积的方铅矿和石英，方铅矿的质量几乎是石英的3倍。

但是掂量只能粗略估计密度的不同，对于一些不溶于水的矿物，可以先用天平精确秤出矿物样品的质量，然后将矿物样品沉入水中，看它排开多少体积的水，排开的水的体积就是样品的体积。最后把样品的质量除以样品的体积就得到这种矿物样品的精确密度。

☑ *想一想*　***怎样测定矿物的密度？***

语言艺术　链接

地质学家用玻璃质、珍珠质、暗淡、丝绢、奶油质和沥青质等作家常用的词汇来描述矿物光泽。光泽反映了物体的表面状况，如一辆新的轿车具有玻璃光泽，而旧车看起来要暗淡得多。

阅读 DIY

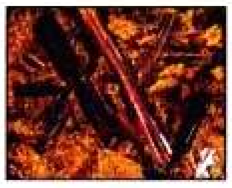
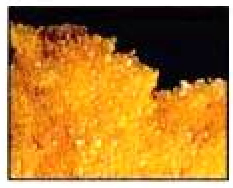
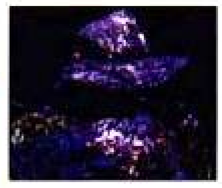
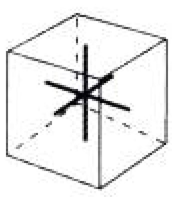
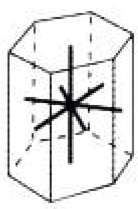
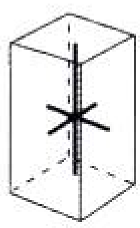
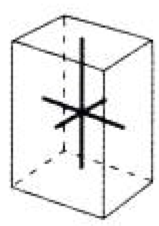
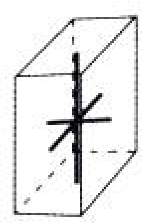
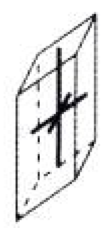
考虑一个你熟悉的场景，如房间、楼房、树或街道等。请列出其中的景物和可以描述这些景物表面特征的词汇，你可以运用地质学家描述矿物光泽的一些词语。然后用这些词汇写一段话，要求让人读后有身临其境的感觉。

晶系 每一种矿物都是由原子相互链接形成的独特结构的晶体。地质学家根据晶面的数量和角度将晶体结构分成六类，晶面数量和角度相似的晶体归为一类，叫做晶系。例如，岩盐晶体都是立方体，它的六个晶面成直角相交，形成正六面体。你也许注意到，相同晶系的矿物外形与晶体形状并不一致，这是由于晶体只有在一个开阔的空间自由生长时，才可能长成理想形状，否则，很难形成完整的晶体形状。图4–8列出了每一晶系的代表矿物。

图 4–8 下表列出了一些常见的矿物及其特性。

数据解析 *哪一种矿物的密度和硬度最小？哪一种矿物可用指南针来鉴别？*

矿物的特性及其用途

						
名称	**磁铁矿**	**石英**	**金红石**	**硫**	**蓝铜矿**	**斜长石**
硬度	6	7	$6\sim6\frac{1}{2}$	2	$3\frac{1}{2}\sim4$	6
颜色	黑色	透明或有各种颜色	黑色或红褐色	柠檬黄或黄棕色	蓝色	绿色、红棕色、粉红色或白色
条痕	黑色	无色	亮棕色	白色	蓝灰色	无色
晶系	 立方晶系	 六方晶系	 四方晶系	 斜方晶系	 单斜晶系	 三斜晶系
光泽	金属光泽	玻璃光泽	金属或珍珠光泽	油脂光泽	玻璃光泽或暗色、泥土光泽	玻璃光泽
特殊理化性质	具有磁性	像碎玻璃	难以溶解	容易溶解	可与酸反应	双向节理发育
密度（g/cm³）	5.2	2.6	4.2~4.3	2.0~2.1	3.8	2.6
用途	钢铁原料	用于制造玻璃和电子设备，可加工珠宝	含有硬度高、质量轻的金属钛，是航空和汽车工业的重要原料	用于制造杀菌剂，在化工业、橡胶工业有广泛应用	铜材原料，可加工珠宝	用于生产釉料和抛光粉，可加工珠宝

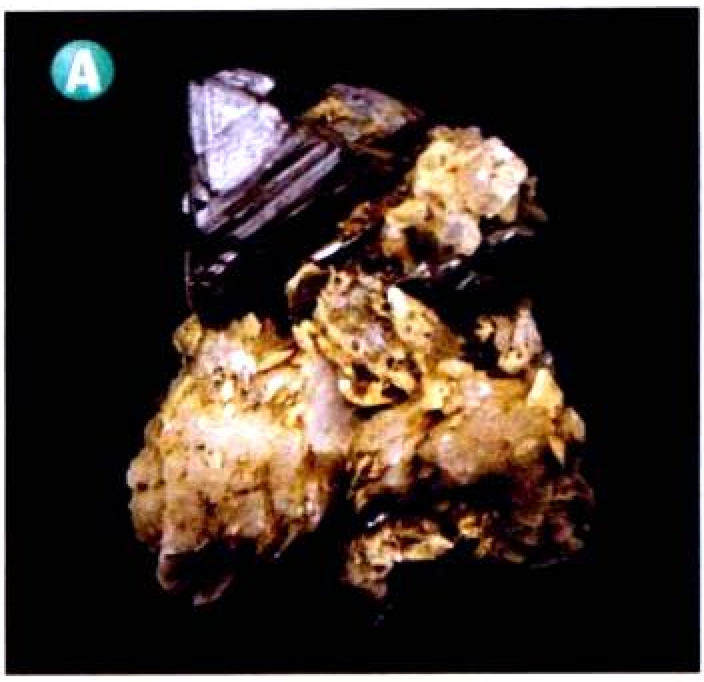






图 4-9　A.石英的破裂面就像贝壳的表面。**B.**一块布满粗糙断口的反纹长石。**C.**云母发生解理时，形成几乎透明的薄片。

应用概念　*怎样区分断口和解理?*

解理和断口　矿物碎裂的方式也可用于矿物鉴定。矿物沿着光滑面裂开的现象称为**解理**(**cleavage**)。矿物是否具有解理是由矿物晶体中原子的排列方式决定的。基于原子特定的排列方式，矿物在某些方向上开裂要比在其他方向上容易。如图4-9所示，云母在某个角度分裂很容易，形成薄片状；长石呈正交方向开裂，形成直方角。这些矿物都有解理。

大多数矿物的开裂面不平整，它们具有独特的开裂方式。**断口**(**fracture**)用来描述矿物的不规则开裂状况。地质学家用各种术语来描述断口，例如，当石英开裂时，形成弯曲的、质地像玻璃的贝壳状表面；纯金属，如铜、铁形成锯齿状断口。有些像黏土一样软的、易碎的矿物形成土状断口。具有不规则表面的矿物破裂时形成的断口都是粗糙的。

☑ *想一想*　***解理与断口有哪些异同点?***

·试 一 试·

制作晶体手印　活动

尝试培育两种不同种类的食盐晶体。

1. 戴上防护眼镜。
2. 在一只平底锅中倒入一些食盐溶液，在另一只平底锅中倒入一些泻利盐溶液。
3. 在桌面上放一张黑色绘图纸。
4. 把一只手在食盐溶液中浸一下，取出、抖掉过多的水，在纸上印一下。另一只手在泻利盐溶液中浸一下，重复刚才的步骤，在前一只手印旁边留下一个手印。

   注意：不能用带伤口的手操作。把手洗干净。
5. 让手印干透。

观察　用手持放大镜观察晶体的形状。哪一个手印中的晶体多一些?

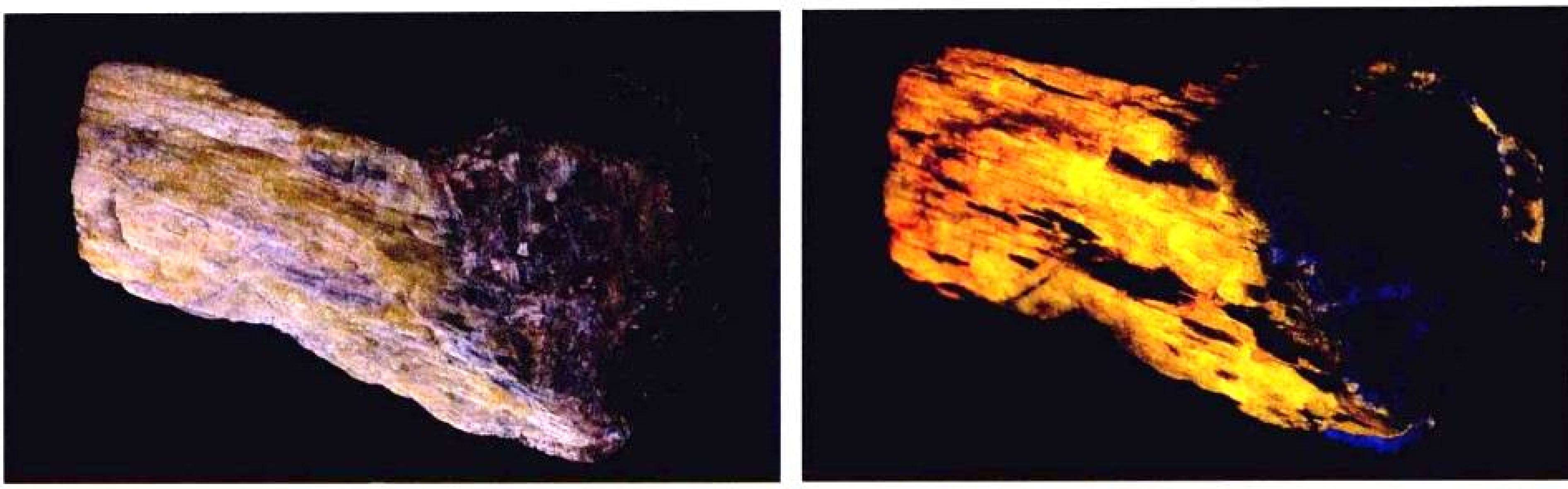


图 4-10 白钨矿在太阳光下看上去很普通，但在紫外光的照射下能发出耀眼的光芒。

特殊理化性质 有些矿物可用特殊的理化性质来鉴别。在紫外光照射下矿物闪光的特性就是人们熟知的**荧光性**（**fluorescence**），如白钨矿。少数矿物具有天然磁性，如天然磁石是磁铁矿的一种，可作为天然磁铁。早期的磁铁，如罗盘的指针，就是用天然磁石敲打铁片做成的。铀矿矿物和其他少数矿物具有放射性，用盖氏计量器可以测到。有些矿物能与酸发生化学反应，如方解石是钙、碳和氧的化合物，将一滴醋滴到方解石表面，方解石就释放出二氧化碳，发出嗞嗞的响声。

石英等少数矿物还有电的特性。只要给这些晶体加压，它们就会产生小电流。而当这些晶体和电流接触时，它们会产生振动。基于这些特性，石英晶体被应用于制作麦克风、无线电传送器和手表。

第一节复习

1. 矿物具有哪些特征？
2. 怎样进行矿物的硬度、密度和条痕试验？
3. 元素和化合物的主要区别是什么？
4. **理性思维　分类** 根据矿物的定义，水属于矿物吗？为什么？
5. **理性思维　归纳** 为什么不能依靠单个测试或某个特性鉴别矿物？

课题 4

检查进度

确定你将采用哪一种晶体生长溶液，食盐、泻利盐还是明矾？在纸上画出你想要培养的矿物的形状和生长位置，然后找一个容器，可以是塑料鞋盒或大口杯，把晶体生长的底座放入容器中。与老师一起检查你使用的材料是否安全。

矿物的密度

在这个实验中，你将借助水来测量矿物的密度。

问题

如何比较两种矿物的密度？

材料（每个学生一套）

容量为100 mL的有刻度的量筒
三种矿物样品：黄铁矿、石英、方铅矿
水　　天平

技能

测量

步骤

1. 检查矿物样品，确保能够放进量筒。
2. 在你的笔记本上画下数据表。在天平上称出黄铁矿样品的质量，记到数据表中。
3. 在量筒中放入50 mL水。
4. 仔细地将黄铁矿样品放入水中，注意别让水溅出来。
5. 从量筒的刻度上读出水面的读数，并将读数记到数据表中。
6. 将放入黄铁矿后水的体积减去50 mL，就是黄铁矿样品排开的水的体积，记入数据表。
7. 运用下面的公式计算黄铁矿的密度：

$$密度=\frac{矿物的质量}{矿物排开的水的体积}$$

（密度的单位是 g/cm^3，$1mL=1cm^3$）。

8. 把水和矿物从量筒中倒出来。
9. 分别重复步骤2~8测量石英和方铅矿的密度。

分析与结论

1. **解释数据**　哪一种矿物的密度最大？哪一种矿物的密度最小？
2. **测量**　被矿物排开的水的体积和矿物的体积有什么关系？
3. **分析数据**　为什么这个实验对漂浮在水面上的物体和可溶性物体不适用？
4. **交流信息**　由于黄铁矿的颜色和外形与真金相似，所以它被称为“假金子”。怎样鉴定一个样品是不是金子？
5. **得出结论**　矿物样品的外形和大小对密度有没有影响？为什么？

进一步的探索

重复这个实验，测出其他矿物或物体的密度，将它们的密度与黄铁矿、石英和方铅矿的密度作比较。

数据表

	黄铁矿	石英	方铅矿
矿物的质量 /g			
未放矿物时水的体积 /mL	50 mL	50 mL	50 mL
放入矿物后水的体积 /mL			
矿物排开的水的体积 /mL			
密度 g/cm^3			

SECTION 2

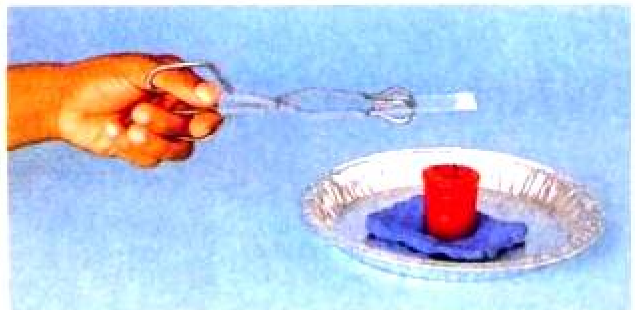
矿物的形成

探索 活动

冷却速度对晶体的形成有影响吗

1. 戴上防护眼镜，取两块载玻片，用塑料勺取少量水杨酸苯酯，放到每块载玻片的一端，直径为 0.5~1.0 cm 的圆点。
2. 用钳子小心地夹起一块载玻片，在蜡烛上加热，使水杨酸苯酯完全融化。

   注意：载玻片在火苗上应不断移动，以免载玻片破裂。
3. 将载玻片放在一边，让它慢慢冷却。
4. 当第一块载玻片冷却后，用钳子夹起第二块载玻片，像步骤 2 一样加热，然后把它放在冰块上，使它快速冷却。小心地吹灭蜡烛。
5. 用手持放大镜观察两块载玻片，比较两块载玻片上的晶体形状。
6. 实验做完后，把手洗干净。



思考

因果关系 哪块载玻片上的晶体比较大？如果矿物是在较快冷却的条件下形成的，你认为它形成的晶体较大还是较小？

阅读指南

◆ 矿物的形成经过哪些过程？

阅读提示 阅读之前，先将本节标题用怎样、为什么或什么等问题的形式改写一下，并在阅读过程中找出答案。

想像一下人们在美国阿肯色州国家公园金刚石坑挖金刚石的情景。这个公园是全美少数可以找到金刚石的公园之一，这儿允许游客勘探采挖金刚石。自从1972年公园成立以来，游客们在这里总共找到了20 000颗金刚石！

为什么这儿会生成金刚石呢？数百万年前，在地表以下120多千米的地幔深处形成了一个岩浆通道，那儿巨大

金刚石▶



的压力和热量导致碳原子的位置发生改变，于是生成了世界上最坚硬的物质——金刚石。而后通过火山喷发，金刚石和其他物质被带到了地表。如今，地质学家通过寻找由金刚石和其他各种岩石组成的蛇绿岩来识别这种火山通道。含有金刚石的岩浆通道在其他地区仅发现了几处，大部分分布在南非和澳大利亚，它们是世界上重要的金刚石产地。

矿物的形成过程

你很可能使用过矿物制品，但也许没有想过矿物是怎样形成的。人们所用的这些矿物都是在地壳深处或地表经过几十亿年的漫长时间形成的。**矿物的形成通常有两种途径：熔融物质的结晶和水中溶解物质的结晶。**结晶是原子按晶体结构排列形成晶体的过程。

形成于岩浆的矿物

炙热的岩浆在地下冷却变硬，或熔岩在地表冷却变硬结晶形成矿物，晶体的大小与岩浆冷却的速度、岩浆中气体的含量、岩浆的化学组成有关。

地下深处的岩浆需经过几千年才慢慢变冷，冷却速度慢，形成的晶体就大。如果晶体在结晶过程中未受干扰，晶体就可长成规则的形状。

接近地表的岩浆的冷却速度就快得多。由于冷却速度快，所以一般只能形成较小的晶体。如果岩浆喷发到地表形成熔岩，熔岩冷却的速度非常快，因此形成的矿物晶体也很小。



图 4-11 这个锂辉石矿物晶体长 24 cm，与电话听筒差不多长，它是在美国南达科他州发现的。不过它不是迄今为止发现的最大的晶体。

推论 *这么大的晶体一般是在什么样的条件下形成的？*





图 4-12 **A.**以纯金属形态存在的银形成精美的树枝状晶体。**B.**美国爱达荷州的银矿矿脉。

形成于高温溶液中的矿物

当岩浆将地下水加热到很高的温度时，有的矿物能溶解在水中形成溶液。**溶液（solution）**是一种物质溶解在另一种物质里形成的混合物。当高温水溶液冷却，这些溶解的物质就分离出来，结晶成矿物。如图4-12，图A所示的银矿就是这样形成的。

由地下高温水溶液中结晶出来的纯金属通常形成矿脉，**矿脉（vein）**是与周围岩石完全不同的狭长矿物通道或岩墙。在地下深处，金属的热水溶液沿着岩石裂隙流动，结晶形成矿脉，就像香草冰淇淋中嵌入的彩条奶糖一样。图4-12B所示是一个银矿脉。

在洋中脊两边板块扩张的地方发现了许多这种形

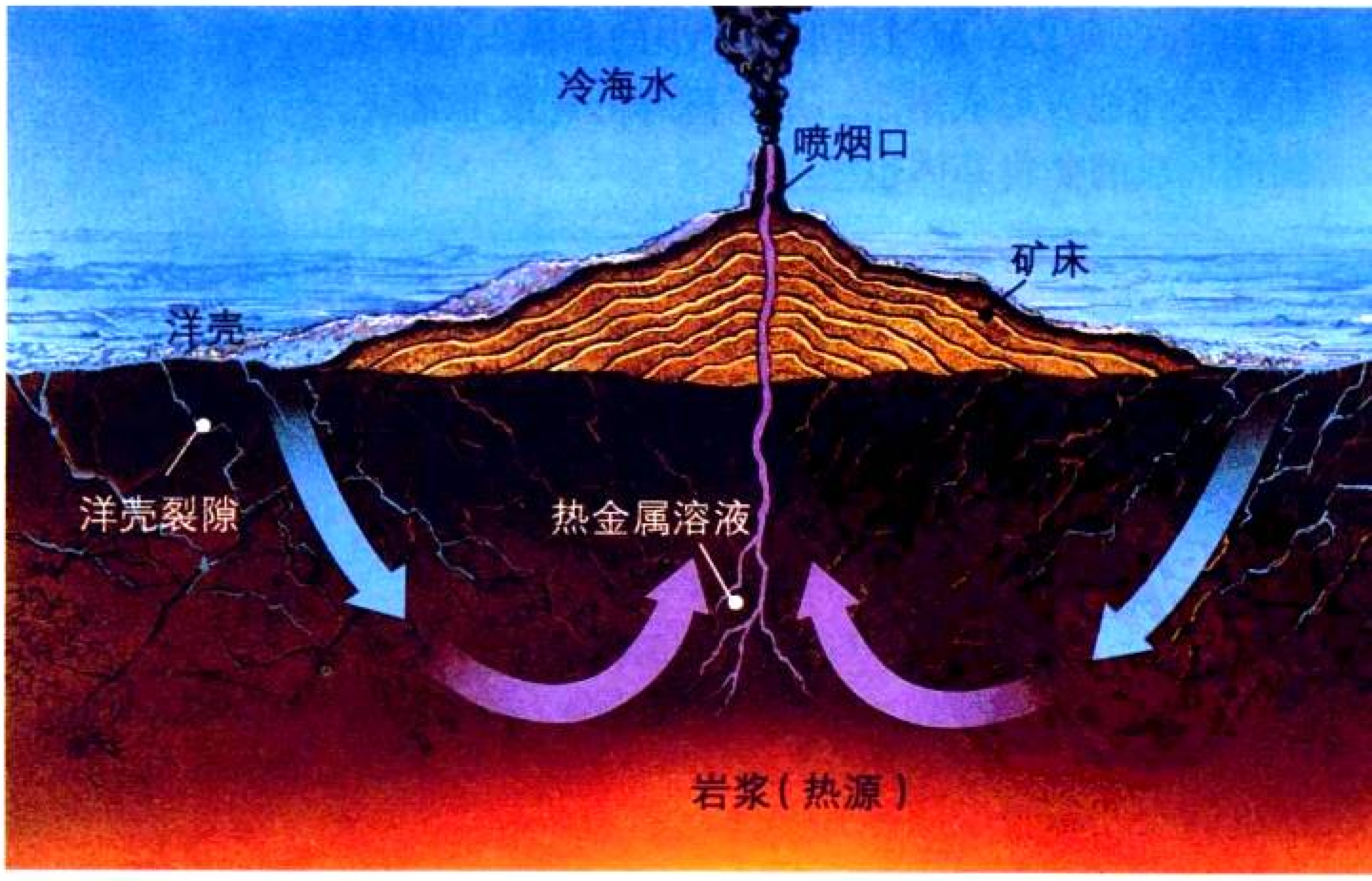


图 4-13 许多矿物形成于洋中脊的喷烟口。喷烟口是由海底扩张导致洋壳开裂形成的。

图解 *这一过程的能量来源是什么？*



图 4-14 加利福尼亚的死亡谷。溶有矿物的水从周围的山上流下来，在阳光的强烈照射下，水被蒸发掉，于是矿物在谷底结晶沉积。

式的矿脉。首先，海水向下渗透进入地壳，碰到高温的岩浆，于是被加热的水体溶解了来自地壳的矿物，并向上流动。当这些热水溶液从洋中脊的“烟囱”中喷发出来，遇到冷海水，于是矿物结晶，沉淀在海底。

蒸发形成的矿物

溶液蒸发也可以析出矿物。把盐放入水中搅拌，盐溶解在水中，形成盐水溶液。如果把这杯溶液中的水蒸发掉，盐就在杯底结晶出来。类似地，当古海洋中的水慢慢蒸发，数百万年后，就形成了厚厚的盐类矿床。在美国中西部地区、西南地区以及海湾地区都有这样的矿床。

其他还有一些很有用的矿物也是通过海水蒸发生成的，如建筑用的石膏、显微镜上的方解石、用于农业的含钾矿物等。



图 4-15 这是一幅世界重要矿产资源分布图。

图解 *我国哪些金属矿产资源比较丰富？哪些金属矿产资源必须从其他国家进口？*

矿产分布

地壳的主要构成是由普通的造岩矿物组成的各种岩石。少数普通矿物和稀有矿物在地表的分布是不均匀的，并且矿物在形成过程中有沉积聚集的过程。如图4-15，观察世界矿产资源图，金矿和铜矿的分布有什么特征？许多高价值的矿产通常分布在火山活动区和造山区，如沿着智利安第斯山脉分布的高品质铜矿。

第二节复习

1. 矿物形成的两个主要途径是什么？
2. 阐述岩浆冷却速度对形成晶体大小的影响。
3. 洋中脊沉积的矿床是经过哪些步骤形成的？
4. 理性思维　因果关系　阐述银矿脉的形成过程。

课题 4

检查进度

记下每天的观察结果，画出晶体形状，描述晶体的生长过程，比较不同溶液中的晶体形状和生长速度。

提示： 如果晶体还没有开始生长，再加入一些溶液。

谁拥有大洋中的矿藏

大洋底部储藏着丰富的矿产资源，许多国家都想开采这些矿产。海岸边的一些国家已经拥有了开采近岸矿产的权利，如今他们正在紧靠海岸的宽阔浅水区域——大陆架上开采锡、钛、金刚石和硫等矿产。

大陆架以外的洋壳是向全世界开放的，洋壳中由火山喷发而形成的矿产包括镁、铁、钴、铜、镍和铂。谁有权利拥有这些贵重的海底矿产呢？



▲这个采自新几内亚附近的太平洋中的样品可能含有铜和金。

争论焦点

谁承担得起采矿费用 尽管大洋对各国开放，但大洋采矿必须使用高新技术，因此需要一大笔费用，只有少数国家，如法国、德国、日本、美国和中国等国家承担得起这笔巨额费用，并在这方面投入了资金。已经付出努力的国家认为他们应当拥有开采所得的利益，但是缺少技术和资金的发展中国家和没有海岸线的内陆国家不同意。

其他国家享有什么权力 1996年，87个国家签署了海洋公约，规定海洋矿藏是全球共同拥有的财产，采矿利益应由各国共享。

有人认为，由于这个法案的制定，富裕国家应共享他们的技术和从海底采矿中获得的利益。

采矿利益如何共享 各国应采取什么措施来解决海底矿藏的开发纠纷？也许他们应相互妥协，富裕国家提供一部分海底采矿获得的利润去帮助内陆国家的发展，发展中国家则应该为海底矿藏的开发积累资金。

无论各国怎样决策，制定海底矿藏开发法规还是很有必要的，因为这些资源将来对每个人都非常重要。

你的观点

1. 发现问题

用自己的语言表述海底矿藏开发的争议。

2. 分析原因

比较富裕国家和发展中国家关心的焦点问题，你如何使发展中国家确信他们不会被抛弃？

3. 解决办法

观察世界地图。谁应该共享太平洋的海底矿藏资源？大西洋呢？将你的选择写成一两段话，并用一些事实来支持你的观点。

SECTION 3 矿产资源

探索 活动

矿物加工成矿产品需要哪些工序

1. 观察铝土矿，运用你所学的有关矿物的理化性质知识描述它。
2. 观察铝罐头盒（铝金属来自铝土矿）。比较铝土矿与铝罐头盒的理化性质。
3. 观察一小块石墨样品，描述它的性质。
4. 检查铅笔的铅芯（铅芯是由石墨做成的），比较铅芯与石墨的理化性质。

思考

提出问题 每一种矿物与它的制成品之间有哪些相似点和不同点?铝土矿和石墨是怎样加工成有用的东西的?在回答这个问题之前，你先要解决哪些问题?

阅读指南

- 矿物有什么用途?
- 矿物分哪三种类型?
- 要提取矿石中的金属，需经过哪些程序?

阅读提示 在阅读本节内容时绘制一张概念图，解释金属矿石是怎样被发现、开采和提炼的。

1000多年以前，霍普韦尔人生活在密西西比河谷，这些古代的土著美洲人在河边建造了著名的神秘土墩，并留下了许多用矿物加工制成的精美的器物，如燧石片（一种石英）制成的工具、用半透明的云母加工成的人手状工艺品、用薄铜片制成的飞鸟等。

为了获得这些矿物，霍普韦尔人在整个北美进行交易。例如，铜产自苏必利尔湖，那儿发现的铜以单质形态存在。铜的质地比较软，容易加工成各种装饰品和武器。

矿物的用途

与霍普韦尔人一样，今天的人们也利用矿物制成各种物品。**矿物是生产金属、宝石和其他许多产品的原料**，在你的周围几乎全是矿物制成品，比如轿车的金属外壳和玻璃。你熟悉哪些矿物制品?你会惊讶地发现，矿物在我们的日常生活中扮演着多么重要的角色!



图 4-16 霍普韦尔人制作的装饰品——铜鸟。他们所用的铜也许来自密执根地区，那儿现在仍是铜矿产地。

宝石　历代以来，像红宝石、蓝宝石这些精美的宝石一直激发着人们的想像力。**宝石**(**gemstone**)通常都是具有耀眼的光泽、色彩鲜艳的坚硬矿物。由于它的颜色、光泽持久，并且稀少，所以宝石非常珍贵。宝石经过切割、磨光等工序后，主要用于珠宝和装饰，也被加工成机械零件和用于碾磨抛光。

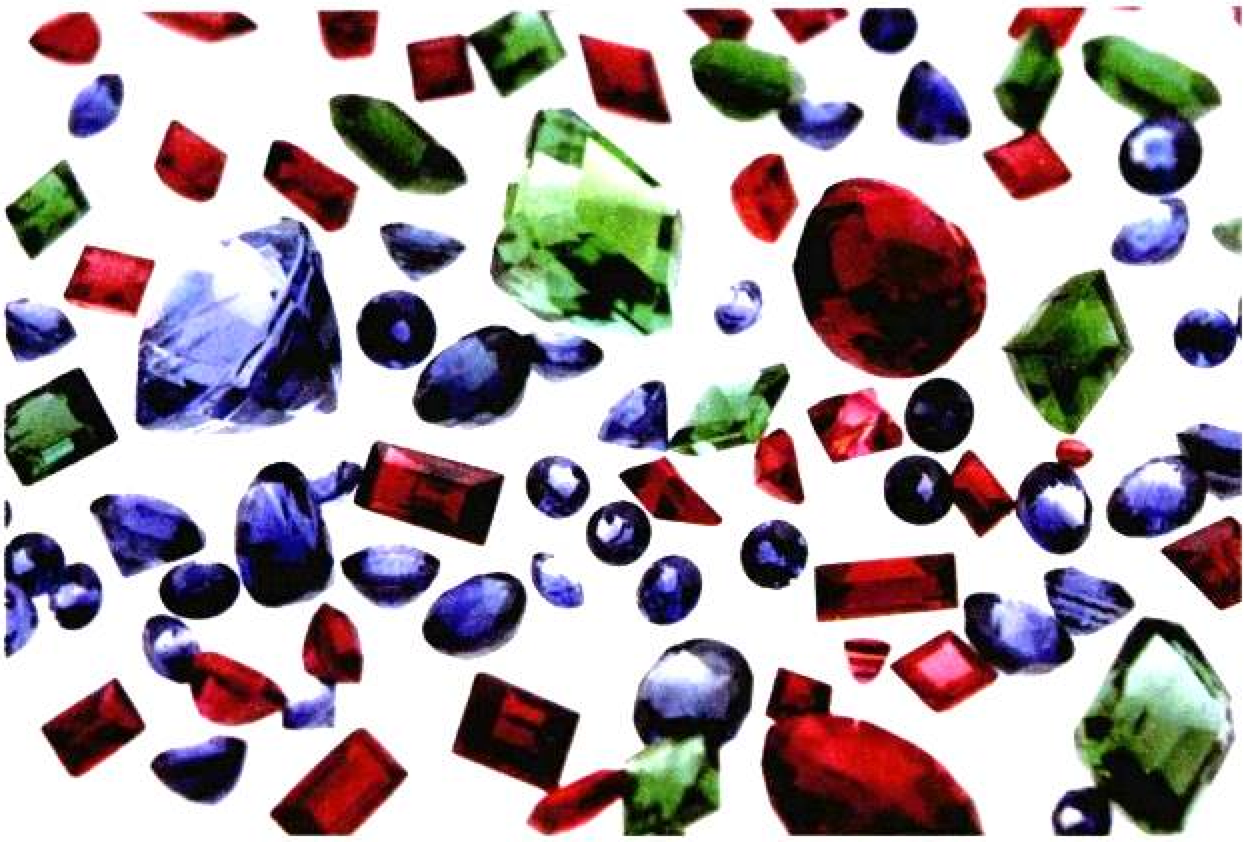


图 4-17　这些红宝石、蓝宝石、绿宝石等宝石都是很有价值的矿物，它们属于不同类型的刚玉。

金属　有些矿物是铝、铁、铜和银等金属的主要来源。金属可被拉成电线，加工成金属板，做成各种形状的模子，所以金属的用途十分广泛。如我们常见的金属工具、机械、灯泡中的金属丝，办公楼的金属支架等。

其他有价值的矿物　除了金属和宝石外，还有很多有价值的矿物，人们利用这些矿物来生产食物、药品、化肥和建材。例如，最软的矿物——滑石被磨碎制成滑石粉；萤石是生产铝和钢铁的重要原料；纯净的方解石晶体可以加工成光学材料，如显微镜；沙子中的石英可以制成玻璃、电子设备和手表；高岭土是一种白色粘土，是高质量的瓷器和陶器的原料；石膏是一种较软的白色矿物，用于制造水泥和石灰；刚玉是硬度仅次于金刚石的世界第二硬矿物，常用来打磨和清洁产品。

☑ 想一想　*什么是宝石？为什么宝石很珍贵？*

矿石

含有有用矿物并具有开采价值的岩石称为**矿石**(**ore**)。与霍普韦尔人使用的铜不同，大多数金属不是以单质形态存在的，而是与其他元素化合在一起，如世界上大部分铜都来自富含铜的黄铜矿。

勘探

地质学家通过寻找某些地表特征来勘探矿床，如调查地表的岩石，观察某个地区生长的植物，测试河水中是否含有某些化学物质等。

地质学家也利用一些工具探测地下的矿床，如在地下引爆炸弹，根据爆炸产生的机械波的反射波来确定矿床的位置、规模和形状。

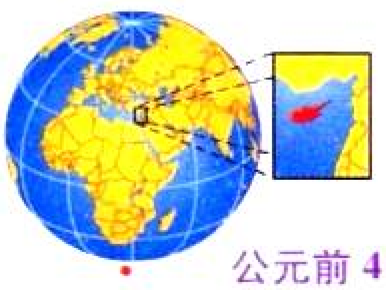
采矿

地质学家绘制的矿藏图有助于采矿工人确定如何开采矿物。**采矿的方式主要有三种类型：露天开采、露天矿坑开采和矿井开采。**如果矿石在非常接近地表处，采矿工

科学与历史

金属工艺的进步

几千年来，人类不断发明和改进冶炼金属和制造合金的方法。



公元前 4 000 年

塞浦路斯

塞浦路斯岛是世界上最早开采和冶炼铜矿的地方。事实上，“铜”的名称就是从这个岛的名字演化而来的。在拉丁语中，aes cyprium 的意思是“塞浦路斯金属”，后来被简化成 cuprum，意思是铜。右边这件雕塑作品由一大块冶炼过的铜制成。



公元前 4 000 年　　公元前 2 500 年　　公元前 1 000 年



公元前 3 500 年

美苏不达米亚

在底格里斯河与幼发拉底河之间的城市苏美尔，金匠们将铜和锡一起冶炼出一种更硬的合金——黄铜，并将黄铜熔化，倒进模子制成塑像、武器或食品饮料容器。





公元前 1 500 年

土耳其

希泰人掌握了开采和冶炼铁矿的技术。由于铁比铜和黄铜更硬，因此它推广得很快，广泛用于工具和武器。下面这把铁匕首是几百年后在奥地利制造的。



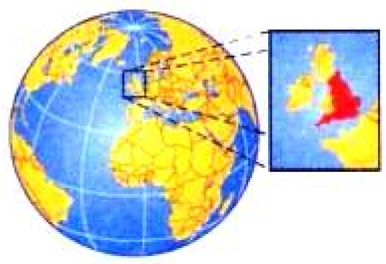
人只要用推土设备推掉矿藏上面覆盖的土壤，就可挖掘出矿石，这就是露天开采。对于露天矿坑，采矿工人先使用大型推土设备挖一个大坑，从这个敞开的矿坑中采集矿石。矿坑可一直向下延伸几百米，有些露天矿坑的宽度超过1千米，深度几乎也达到1千米。对于矿脉中的矿床，采矿工人采取挖隧道的方法。隧道通常连成网络，沿着矿脉一直延伸到地下深处。

与环境科学的综合 开采矿物会破坏环境，如露天开采在地表留下了难看的“疤痕”，采矿垃圾污染河流和湖泊。因此，美国制定了有关法律，要求采矿者必须尽可能减少对环境的破坏。为了恢复已被破坏的环境，采矿者将地表分为若干等级，还土地以土壤。

阅读 DIY

每发现一种新的金属使用方法，人们的生活方式都将发生巨大的变化。选择人类历史中一种金属使用方法的演变史，写一篇小短文深入阐述这种金属的发现过程及其对人们生活的影响。





1860 年

英国

亨利·贝西默和威廉·西门子发明了炼钢技术，使廉价地、大规模地生产钢铁成为可能。西门子发明的开口炉膛技术今天还在运用，尽管目前更多的钢铁产量是用现代高技术生产的。

公元 500 年 **公元 2 000 年**



600 年

斯里兰卡

斯里兰卡人在室外炼钢。稳定的风吹动锅炉前的挡板，使炉内达到炼钢所需的高温。因为他们炼的钢比铁硬得多，所以这些钢铁远销印度洋地区。



1960 年至今

美国

太空研究计划的科学家已经发明了既轻又坚硬的合金，可广泛运用于从自行车到易拉罐等各种产品。例如，新型的镍钛合金具有“记忆”功能，被折弯后可自动恢复到原来的形状，可用来制造眼镜框。

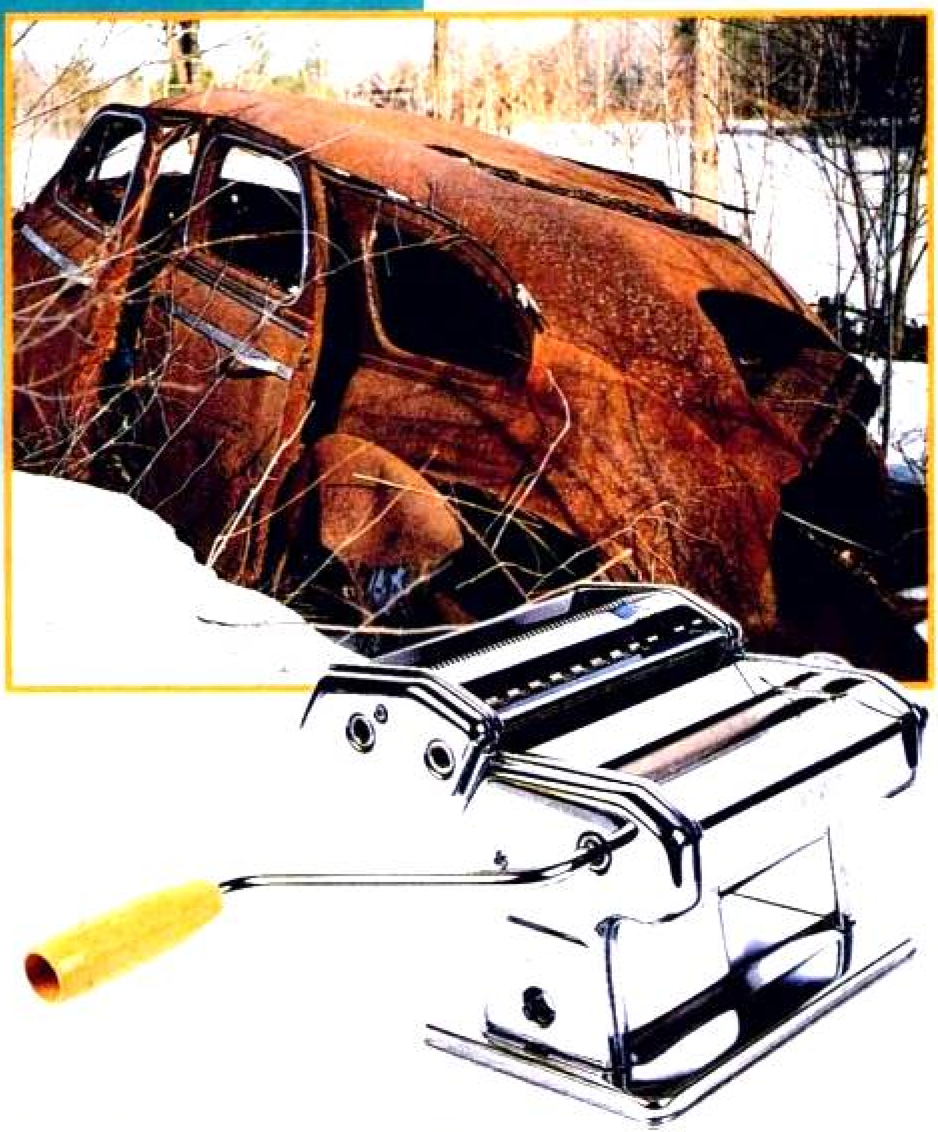


图 4-18 纯铁很容易生锈，而不锈钢——一种铁铬镍合金却基本不生锈，因为铬和镍可以减缓空气中的氧与铁化合成氧化铁的过程。

冶炼

矿石必须经过加工才能得到所含的金属。**矿石被挖出来后，要通过冶炼将矿石中的金属提炼出来。冶炼（smelting）**就是将矿石熔化，把有用的金属元素从其他元素中分离出来。在第136~137页的科学和历史时间表中，你可以看到这个技术是怎样发展起来的。

如何将铁从最常见的含铁矿物——赤铁矿中分离出来呢？一般先在矿石中加入某些物质，并把混合物加热到很高的温度，在热量的作用下，金属从与它结合的氧原子中分离出来，然后冶炼工人将熔融状态的金属倒出来，详见下页的“探索铁矿石冶炼”。

经过冶炼和除杂质的过程，就得到比铁更硬的钢。钢是一种**合金（alloy）**，即两种或两种以上金属混合而成的固体混合物。炼钢工人还将铁和其他元素化合，生产出具有特殊性能的钢合金。如在钢中加入锰和少量碳，就合成更硬的钢；在钢中加入铬和镍，合成更具防锈特性的不锈钢。如图4-18，比较普通钢与不锈钢的异同。

第三节复习

1. 宝石和金属各有哪些用途？
2. 描述三种不同的矿物。
3. 将有用的金属从矿石中分离出来需要经过哪些过程？
4. 什么是合金？为什么合金的用途很广泛？
5. 理性思考　归纳　在冶炼过程中，金属是怎样从矿石中分离出来的？

身边的科学

向你的家人介绍铁锈是如何产生的。找 3 个铁钉，在其中一个铁钉上涂上凡士林油，在第二个铁钉上涂上上光剂，第三个铁钉什么都不涂。将三个铁钉放入加了少量醋的水中（醋可加速生锈过程），浸泡一夜。哪一个铁钉有生锈的迹象？向你的家人解释这个结果。

探索 铁矿石冶炼

人们通常通过冶炼赤铁矿和磁铁矿，把铁从矿石中分离出来，然后提炼加工成钢。



1. 将铁矿石粉碎，与粉碎的石灰石和焦炭混合在一起。
2. 把焦炭、石灰石和铁矿石的混合物投入鼓风炉中，利用鼓吹高温空气，引燃焦炭。
3. 当焦炭燃烧时，混合物发生化学反应，产生二氧化碳气体和熔融的铁水。
4. 铁水沉到炉底，杂质与石灰石反应生成矿渣。
5. 将矿渣和熔融的铁水从鼓风炉中倒出来。



还原铜实验

为了充分利用矿石资源，工程师已发明了一种回收加工铜矿石过程中产生的含硫酸铜的废水的方法，即将废水流经呈碎屑状的铁。你知道怎么做吗？

问题

铜怎样从硫酸铜溶液中还原出来？

技能

观察　推理　假设

材料

3 g硫酸铜
容积为400 mL的烧杯1只
三梁天平　　　　5个铁钉
容积为200 mL的有刻度的量筒

步骤

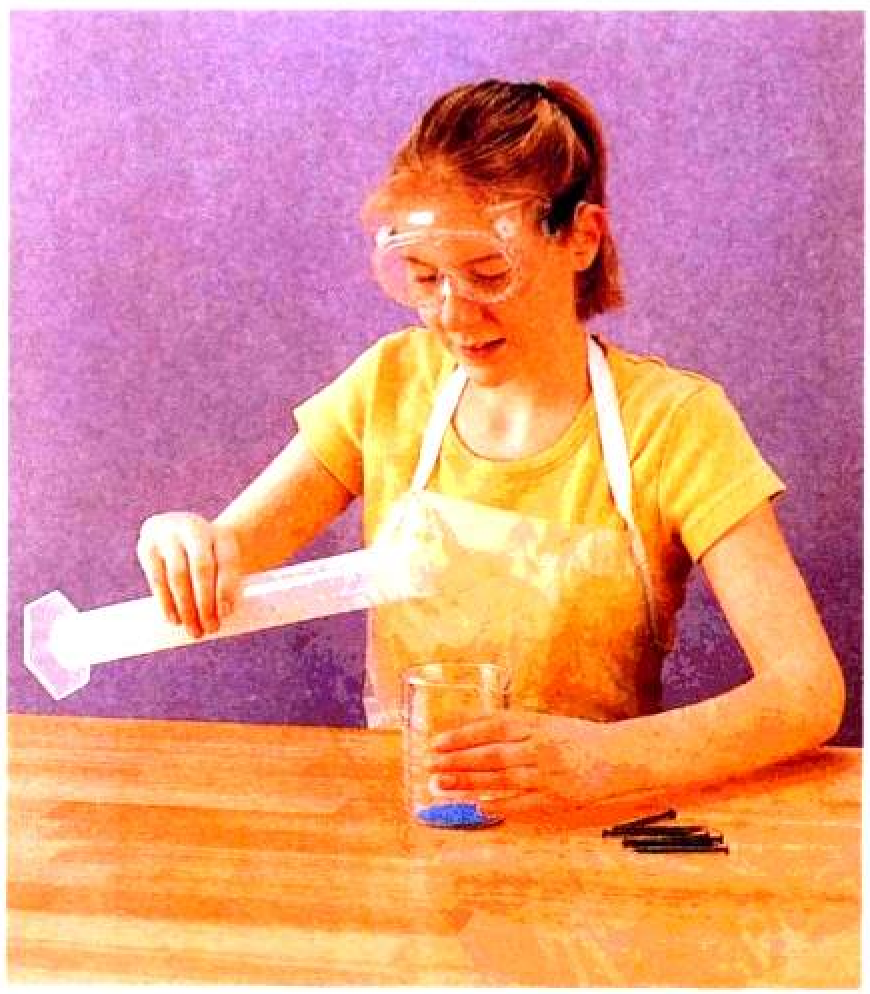
1. 将3 g硫酸铜投入烧杯。
   注意：硫酸铜是有毒物质，操作时要小心。
2. 在烧杯中加入50 mL水，将硫酸铜溶解，观察硫酸铜溶液的颜色。
3. 将铁钉投入烧杯（铁钉代表碎屑铁），观察加入铁钉后溶液的颜色。
4. 根据老师的指导正确操作，实验结束后把手洗净。

分析与结论

1. **观察**　铁钉投到溶液后发生什么现象？铁钉上的物质是什么？请解释这一现象。
2. **推理**　怎样比较铁钉表面的物质与硫酸铜的区别？
3. **建立模型**　提出一个方案来解释为什么能用这种方法把铜从矿物水溶液中还原出来。
4. **得出结论**　如果要用获得的铜做铜线或硬币，还需要经过哪些附加工序？
5. **交流信息**　铜矿工人为什么要从废水中把铜回收起来？

进一步的探索

重复这个实验，这次在加入铁钉前后分别用石蕊试纸测试烧杯中的溶液。石蕊试纸可以指示溶液的酸碱性，记下观察结果。为什么废水被排放之前，矿物工程师要测试废水的酸碱性？



SECTION 1 矿物的特性

知识要点

- 矿物是天然形成的具有独特化学组成和晶体形态的无机固体物质。
- 矿物的理化特征是鉴别矿物的依据。
- 矿物的特性包括硬度、颜色、条痕、光泽、密度、解理、断口等。硬度可以根据莫氏硬度来衡量。
- 矿物通常是由两种或两种以上的元素组成的化合物。

关键术语

矿物	莫氏硬度
无机物	条痕
晶体	光泽
元素	解理
化合物	断口
	荧光性

SECTION 2 矿物的形成

知识要点

- 地球内的矿物是岩浆和熔岩冷却结晶形成的。
- 地表的矿物是由于水的蒸发导致溶解在水中的物质结晶而形成的。
- 沿着洋中脊喷发的岩浆加热矿物水溶液，含矿物的热水溶液从洋底喷烟口喷发出来，遇到较冷的海水后就结晶形成洋底矿床。

关键术语

溶液

矿脉





SECTION 3 矿产资源

与工程学的综合

知识要点

- 矿物是金属、宝石等许多材料的来源，所以矿物的用途很广。
- 地质学家通过在地表和地下寻找某些特征来勘探矿床。
- 采矿有露天开采、露天矿坑开采和矿井开采三种方式。
- 冶炼是加热矿石提取金属的过程。

关键术语

宝石	冶炼
矿石	合金

活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

请选择最佳答案。

1. 矿物中的粒子按照某种重复方式排列形成____。
   a. 元素
   b. 晶体
   c. 混合物
   d. 化合物
2. 莫氏硬度表中最软的矿物是____。
   a. 石英
   b. 滑石
   c. 磷灰石
   d. 石膏
3. 盐类矿床的形成方式是____。
   a. 海底扩张
   b. 岩浆冷却
   c. 蒸发
   d. 熔岩冷却
4. 金属适合做工具是因为____。
   a. 它是化合物
   b. 它具有金属光泽
   c. 它很坚硬，并容易变形
   d. 它是元素
5. 可以大量冶炼金属的矿物是____。
   a. 宝石
   b. 晶体
   c. 合金
   d. 矿石

判断题

如果下列叙述正确，写"T"；如果错误，写"F"，并修改划线的部分。

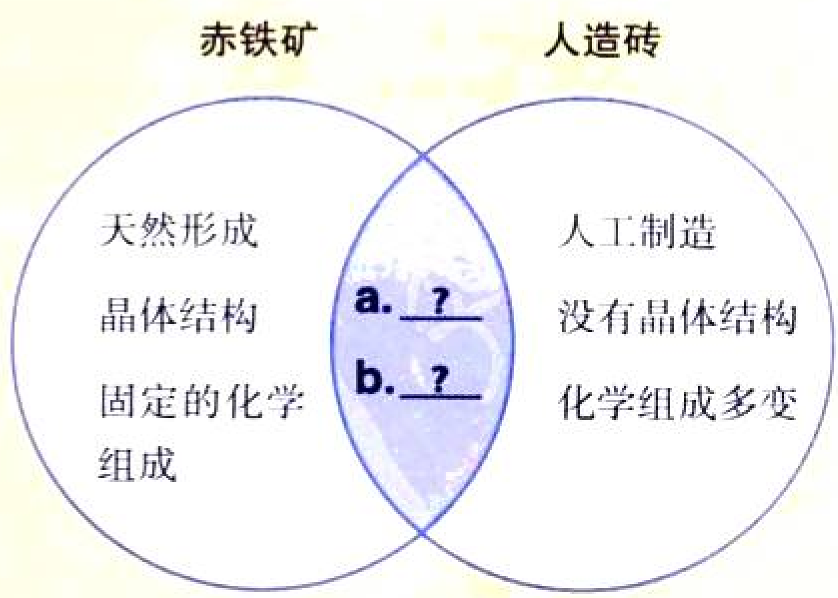
6. 光泽是用来描述矿物表面反射光的术语。
7. 未上釉的瓷片可用来测试矿物的硬度。
8. 如果岩浆冷却速度很慢，形成的矿物晶体就小。
9. 喷烟口喷出的热水溶液形成矿床。
10. 将矿物从地下挖出来的过程称为勘探。

简述题

11. 大多数矿物与单质元素有什么区别？
12. 怎样根据条痕来鉴别矿物？
13. 比较解理与断口。
14. 简述矿物形成的两种方式。
15. 简述从赤铁矿中提炼金属的步骤，可提取出哪种金属？
16. **科技写作** 假如你是一位金矿勘探者，请写一封信告诉家人你准备到哪里去寻找，怎样寻找金矿，以及勘探时的心情。

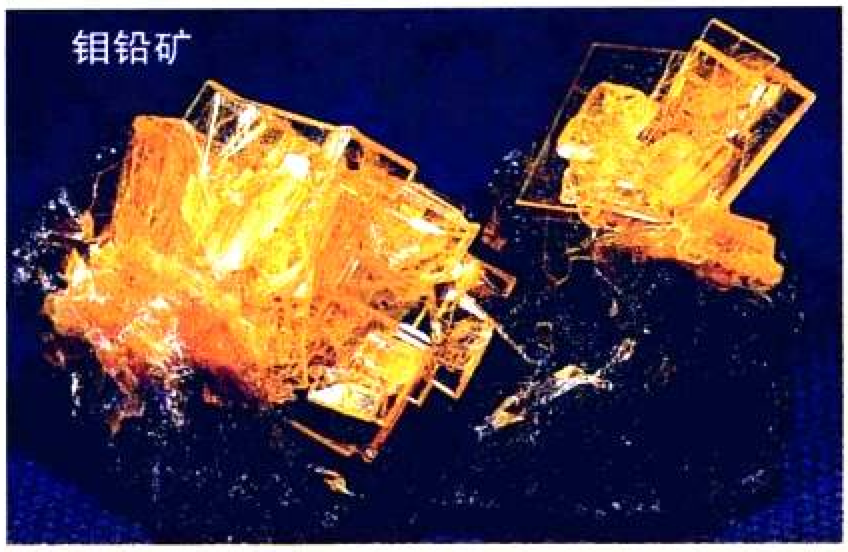
形象思维

17. **维恩图** 将比较赤铁矿和人造砖的维恩图复制到纸上，填空，并给它命名。



应用技能

假如你是一名地质学家，你发现了一块钼铅矿样品。经过测试，这块钼铅矿的莫氏硬度为3，密度为6.8 g/cm³，这种矿物含有氧、铅、钼。


钼铅矿

18. **观察** 描述钼铅矿的颜色、光泽和晶形。
19. **推论** 这块钼铅矿石是快速冷却形成的，还是缓慢冷却形成的？
20. **结论** 如果用钼铅矿来做宝石，它的硬度够吗？

理性思维

21. **比较与对比** 颜色和光泽是矿物的两个属性。它们有没有相似性？有什么区别？怎样根据颜色和光泽来鉴别矿物？
22. **分类** 黑曜岩是岩浆快速冷却形成的一种玻璃质物质。我们知道，玻璃微粒并不像晶体那样有规律地排列。黑曜岩是固体，是在火山地区天然形成的无机物。请问黑曜岩属于矿物吗？为什么？
23. **因果关系** 简述地下矿脉的形成过程。这一过程的能量来自哪里？
24. **应用概念** 解释洋中脊附近的矿物的形成过程中，元素、溶液和化合物的作用。
25. **预测** 如果炼钢工人在生产不锈钢时，有一炉中没有投入足够的铬和镍，那么生产出的不锈钢是什么样子？

学习评估

课题4 总结

成果展示 在将你的晶体展示给同学们参观之前，先请某个同学检查一下，他能区分出各种溶液生长的是哪种晶体吗？你记录的数据能反映各种晶体生长速度的差异吗？你能得到什么结论？然后在班里展示。

思考与记录 分析怎样改进你的生长试验，记录在日记本上。哪些材料最适合晶体生长？哪些材料不够理想？

实践活动

在家里 找出两三件你认为是由矿物加工成的物品和不是由矿物加工成的物品，把它们带到课堂上，或将它们画下来、拍成照片。与同学们一起讨论，这些物品是由矿物制成的吗？在卡片上记下每件物品的物质组成，并陈列这些样品与卡片。同学们一共发现了多少种不同的样品？

第五章 岩石



徒步旅行者正在华盛顿州的卡斯凯德山区攀登旅行。

主要内容

SECTION 1 岩石的分类

探索 这些岩石有什么异同

SECTION 2 火成岩

探索 火成岩是怎样形成的

增进技能 观察

SECTION 3 沉积岩

探索 压力怎样影响岩石颗粒的大小

试一试 岩石的吸水性

课题 5

收集岩石样品

每一块岩石，不论是小的鹅卵石还是大的漂砾，都反映了一定的地理环境特征。地质学家通过观察岩石的特性来了解岩石形成时塑造地壳的各种营力。岩石可以帮助你了解当地地壳所受到的内营力的状况。

在这一章中，你将了解三大类岩石——火成岩、沉积岩和变质岩是如何形成的。你可以利用你所学到的有关岩石的知识，建立你自己的岩石收藏室，并进一步探索它们的特性。

课题目标 收集你所居住地区的岩石。

为了完成这个课题，你需要：

- 收集岩石样品，记录你所发现的每件样品的地点。
- 描述岩石的特性，包括岩石的颜色、结构和密度等。
- 把每一块岩石按照火成岩、沉积岩和变质岩分类。
- 将你所收集的岩石陈列起来。
- 严格按照附录 A 中的实验室安全守则。

课题准备 与你的同学、老师一起分析你居住的地区，在哪儿容易找到岩石？那儿的道路、岩石的露头、河岸或者沙滩是不是安全？你们的采集是否合法？

检查进度 你将在学习本章的同时完成这个课题。为了确保课题有序地进行，请参阅以下“检查进度”栏：

第一节复习，第 149 页：做好采集岩石的日程安排。

第三节复习，第 158 页：收集岩石。

第四节复习，第 161 页：描述、检验和编写目录。

第六节复习，第 169 页：将岩石分类，并准备如何介绍这些岩石。

总结 在本章的最后（第 173 页），向同学展示你收集的岩石。讨论你所收集的岩石的特性，它们的形成过程以及用途等。

与生活科学的综合

SECTION 4

探索 岩石与酸反应

SECTION 5 变质岩

探索 比较片麻岩和花岗岩颗粒的排列方式

试一试 用小金属片模拟岩石颗粒

技能实验室 神秘的岩石

SECTION 6 岩石循环

探索 哪类岩石最先形成

增进技能 分类

生活实验室 测试岩石地面

SECTION 1 岩石的分类

探索 **活动**

这些岩石有什么异同

1. 用手持放大镜观察大理石和砾岩样品。
2. 描述这两种岩石，包括它们的颜色和结构。
3. 用硬币在这些岩石的表面划一划。哪种岩石的硬度大一些?





4. 用手掂一掂两块岩石样品，排除样品的大小因素，哪一块岩石的密度大?

思考

观察 如何区分大理石和砾岩的物理特性?

阅读指南

- 岩石是根据哪些特性来分类的?
- 三大主要岩石是什么?

阅读提示 在阅读之前，先浏览标题，列出各类岩石的知识要点，然后在阅读过程中详细填上每一类岩石的特性。

在1969~1972年间，“阿波罗号”宇宙飞船胜利完成了将月球上的岩石带回地球的历史任务。宇宙科学家急切地检测这些样品，他们想弄清楚月球到底是由什么物质组成的。结果科学家发现月球表面的组成物质和地球相似，也是由各种岩石构成的。这些来自月球的样品有黑色的玄武岩和主要成分为长石的浅色岩石。

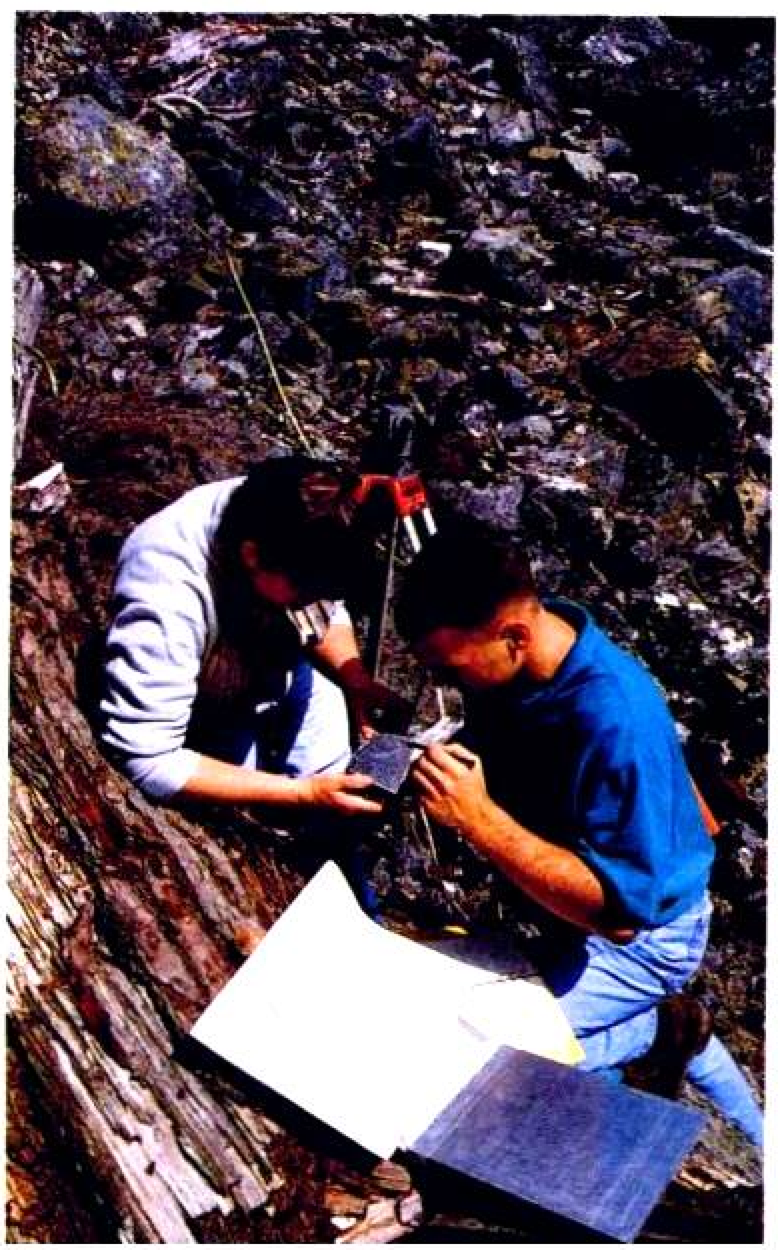


图 5-1 地质学专业的学生在收集和研究岩石样品。

地质学家如何将岩石分类

岩石是地球和月球的重要组成部分。在地球上，岩石形成了山脉、丘陵、山谷、海滩和洋底，整个地壳都是由岩石构成的。大多数岩石都是由几种矿物和其他物质混合构成的。如花岗岩（如图5-2所示）是由石英、长石、云母、角闪石组成的，有些花岗岩中还夹杂着其他一些矿物。

地质学家收集、研究各种岩石样品，并将岩石分成不同的种类。想像一下，如果你是地质学家，第一次去山区探险，你该怎



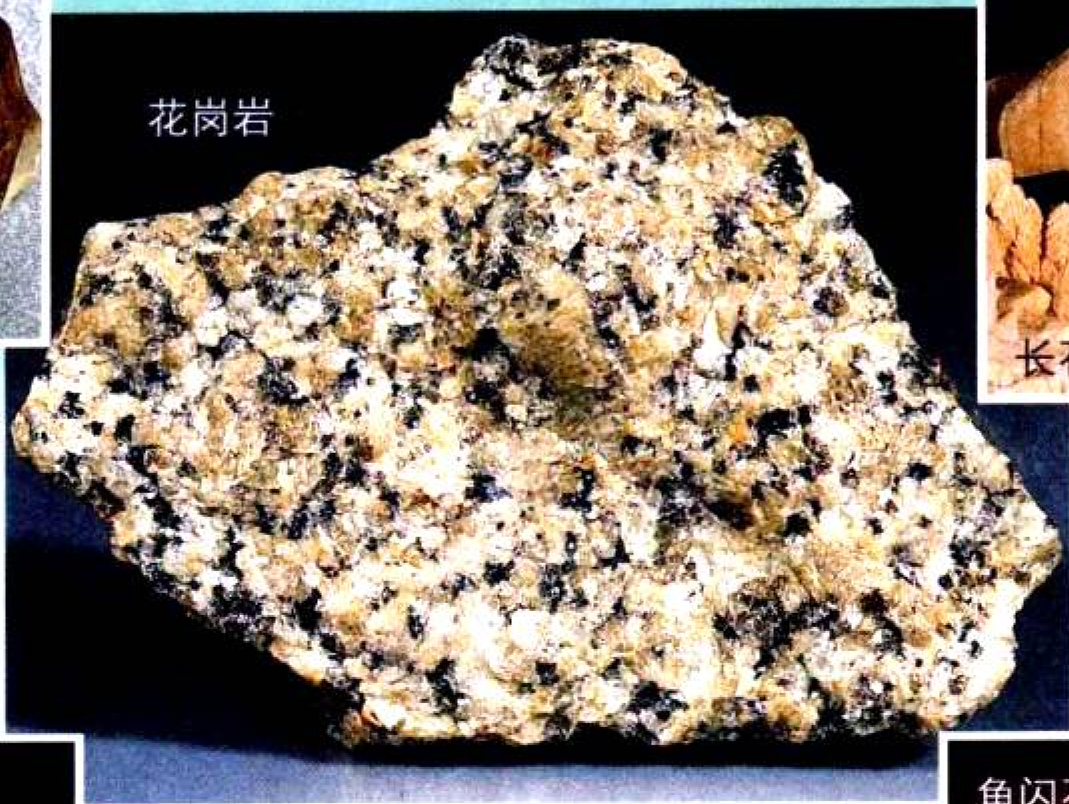








图 5-2 花岗岩主要由石英、云母、长石和角闪石组成，有的花岗岩还包含其他矿物。

观察 *如图的花岗岩中，哪一种矿物的含量最多？*

样开展工作呢？你可以用照相机拍下岩石的照片，在笔记本上记下岩石的发现地点以及相关信息（对一个地质学家来讲，了解附近岩石的类型特别重要，可以更好地进行岩石分类。），然后用凿子或锤子敲下一块岩石样品，将样品敲碎，注意观察岩石的新鲜破裂面。由于水和气候因素的作用，岩石表层的成分常会改变，因此你只有观察岩石的新鲜面，才能正确地了解岩石。

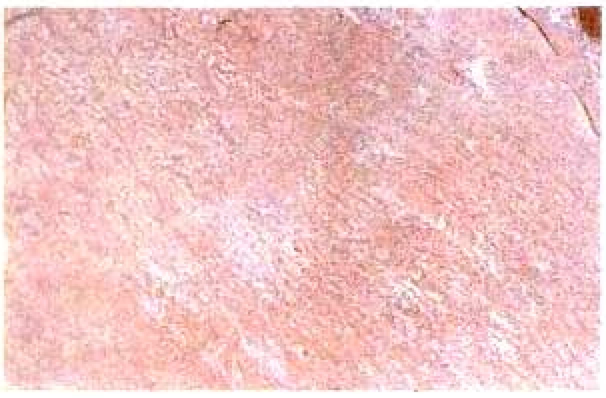
地质学家通常观察和研究岩石的颜色、结构及矿物组成，并根据这些特征，结合岩石的形成过程对岩石进行分类。

岩石的结构

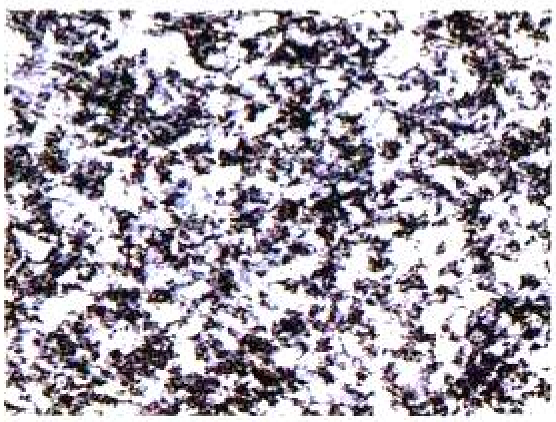
对于含有矿物的岩石，仅依靠观察颜色不足以鉴别岩石的类型，还必须研究岩石的结构。岩石的**结构**（**texture**）是鉴别岩石很有用的一个特征。地质学家可以凭触觉和视觉来了解。有些岩石光滑、具有玻璃质光泽，而有些岩石很粗糙。大部分岩石由矿物或岩石**晶粒**（**grain**）构成。为了描述岩石的结构，地质学家在大小、形状和岩石晶粒的构成方式方面引用了很多专业术语。

图 5-3 结构是地质学家进行岩石分类的标志之一。

形成可操作性定义 *观察下面这些岩石，描述岩石的特征，这有助于你对“晶粒”这个概念的理解。*



细-晶粒
板岩



粗-晶粒
闪长岩



隐晶质
燧石

晶粒的大小　通常岩石晶粒较大，用肉眼可以观察到晶粒的岩石叫粗-晶粒结构。有些岩石晶粒很小，只能用显微镜才可以看到，这种岩石称为细-晶粒结构。观察左边的两张图，注意细-晶粒的板岩和粗-晶粒的闪长岩在结构上的区别。

晶粒的形状　晶粒形状变化多端。有些像细细的砂粒，有些像小小的种子，也有的像经过爆炸形成的“小星星”。有些岩石，比如花岗岩，晶粒的形状就是组成岩石的晶体的形状，而有些岩石的晶粒是岩石的碎片，这些晶粒像砾岩中的颗粒一样，可以是光滑圆润的，也可能像角砾岩中的晶粒，呈现为棱角状。观察比较左下两图中圆砾岩和角砾岩的晶粒形状。

晶粒的排列方式　岩石中的晶粒通常呈现出有规律的排列方式。有些岩石的晶粒呈薄层状排列，就像是薄饼，有些岩石的晶粒排列呈波浪状或漩涡状，有些岩石的晶粒则像是一串彩色的念珠。但也有的岩石的晶粒随意散乱地分布在整个岩石中，没有任何排列规律。

玻璃质和隐晶质结构　有些岩石的晶粒即使在显微镜下也看不到，其实这种岩石并没有结晶晶粒，因为它们在形成时冷凝过快，没有足够的时间充分结晶。快速冷凝使得这些岩石具有光滑的、薄层的玻璃质结构。由特别小的硅石颗粒构成的隐晶质岩石称为燧石。

☑ *想一想*　***描述岩石结构的术语有哪些？***



圆砾岩



角砾岩



无层理的石英岩



具有片麻状构造的片麻岩

矿物组成

通常，地质学家必须通过非常仔细地观察，才能确定岩石的矿物组成。如利用显微镜，观察岩石中晶体的形状和大小，鉴别它们究竟属于哪一种矿物。在用显微镜观察前，地质学家先将岩石切成很薄很薄的切片，使光线能穿过矿物晶体。

另外还有一些鉴别方法。例如，用酸滴在岩石表面，以确定岩石中是否含有碳酸盐矿物；用磁铁检测岩石中是否含有铁或镍元素等。

岩石的形成

地球上三种主要的岩石是：火成岩、沉积岩和变质岩。这些名称是根据它们的形成过程来定义的。

每一种岩石的形成方式都不同。火成岩是地下的岩浆或地表的熔岩冷却形成的；沉积岩是其他岩石的颗粒或植物和动物的残骸被挤压胶结在一起形成的，沉积岩呈层状。如果原来的岩石经过温度、压力或化学反应发生成分或结构的变化，就形成了变质岩。大多数变质岩是在地下深处形成的。

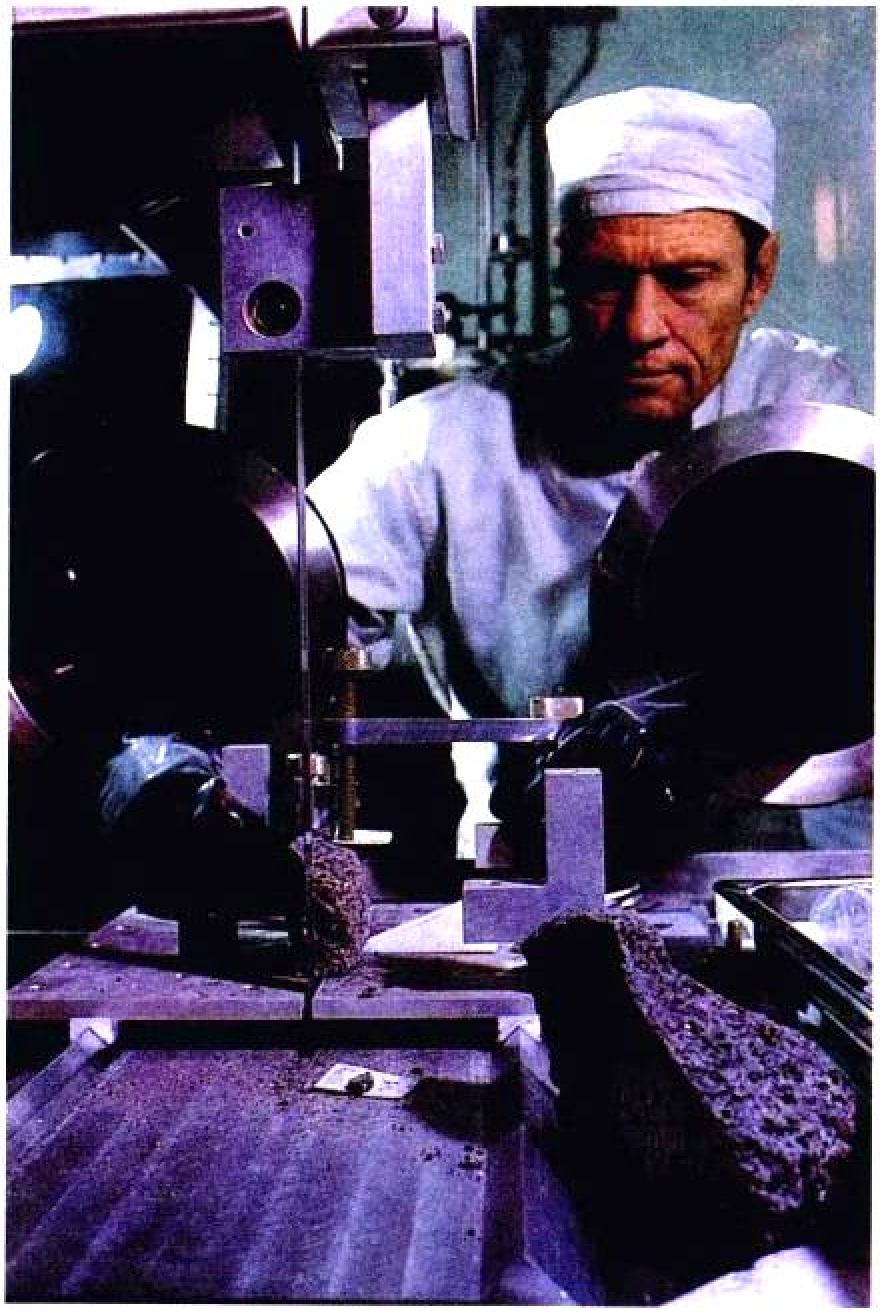


图 5-4 一位科学家将一块从月亮上带回的岩石切片，以便在显微镜下观察，确定它的组成。

第一节复习

1. 地质学家根据岩石的哪三个特征进行鉴别？
2. 地质学家将岩石分成哪三类？
3. 什么是岩石的结构？
4. 地质学家用哪些方法来确定岩石的矿物组成？
5. **理性思维** **比较与对比** 三大类岩石有哪些共同点？哪些不同点？

课题 5

检查进度

你周围有很多收集岩石的好地方，如花坛、车道、停车场、水管附近等，这些地方都可找到砂石和压碎的岩石。将颜色和结构不同的岩石收集起来。在老师或家里大人的陪伴下一起去社区其他地方收集岩石。

注意：如果你选择的不是公共场所，要得到主人的许可。

SECTION 2

火成岩

探　索 **活　动**



火成岩是怎样形成的

1. 用放大镜观察花岗岩和黑曜岩样品。
2. 用粗粒、细粒或玻璃质等术语描述它们的结构。
3. 哪种岩石属于粗-晶粒结构，哪种岩石属于细-晶粒结构或隐晶结构？

思考

推论　花岗岩和黑曜岩都是火成岩。根据这两种岩石的物理特征，你能推断出它们的形成过程吗？

阅读指南

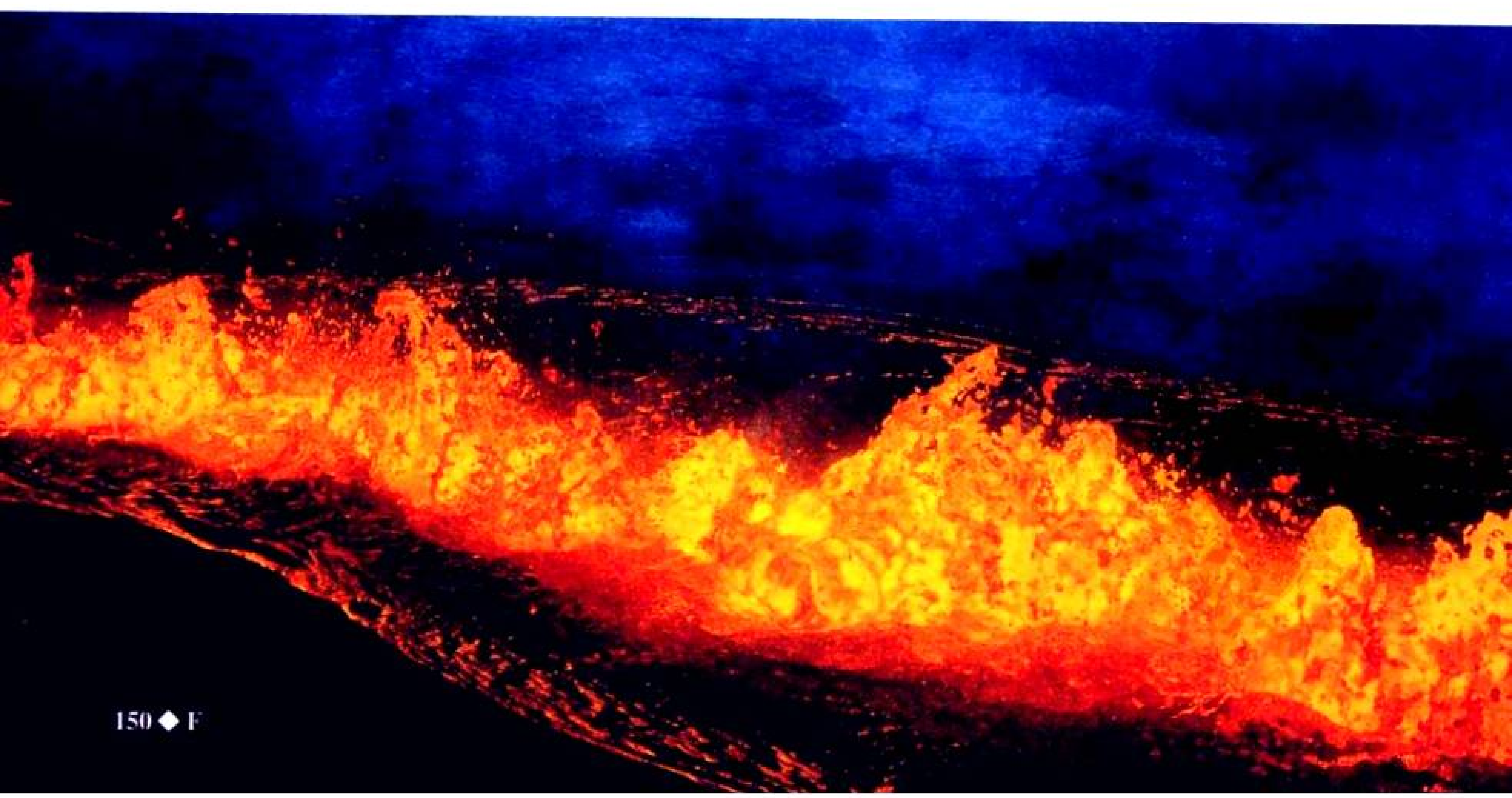
◆ 火成岩根据哪些特征来分类？

阅读提示　在阅读过程中，将火成岩的特征列成一个清单，每个特征用一句话描述。

假如你正乘坐一艘太空船，环绕46亿年前的地球飞行。你能看到蔚蓝色的地球吗？不能！相反，那时的地球看起来就像一块燃烧着的煤炭，或者是一颗在煤炭上面灼烧着，并冒着气泡的软糖。

地球形成后不久，由于温度很高，所以它的表面布满了熔融物质。经过成千上百万年的冷却，这些熔融物质逐渐形成固态的地壳。另外，地球内部的熔岩喷出地表，冷却变硬，形成新的岩石。地球上岩浆和熔岩的运动一直持续到现在。

图 5-5　熔岩流快速冷却变硬，形成火成岩。



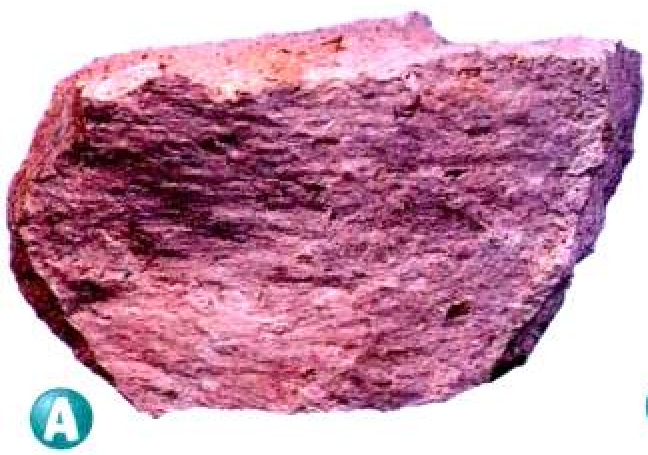






图 5-6 火成岩的结构差异较大。
A. 流纹岩是一种细粒的、矿物组成类似于花岗岩的火成岩。
B. 花岗伟晶岩是一种颗粒非常粗的花岗岩。
C. 斑岩的较大晶粒被细粒晶体包围着。

因果关系 *具有细粒结构的流纹岩是在什么条件下形成的?*

火成岩的特点

地球上最早形成的岩石看上去非常像今天熔岩变硬形成的火成岩。由岩浆或熔岩形成的所有岩石都称为火成岩。名称"火成"来自拉丁文ignis。

大多数火成岩都是由矿物晶体构成的,惟一的例外是各种类型的火山玻璃,它们不是由具有晶体结构的矿物组成。**火成岩根据它们的来源、结构和矿物组成进行分类。**

来源 火成岩形成的来源是地质学家分类的依据之一。**喷出岩(extrusive rock)**是岩浆喷出地表形成的火成岩,玄武岩是最常见的喷出岩。大部分地壳都由玄武岩构成,如洋壳,盾形火山和熔岩高原等。

岩浆在地下冷却变硬形成的火成岩称为**侵入岩(intrusive rock)**。花岗岩是陆壳中最常见的侵入岩。回忆一下,在第三章中我们讲到过,许多山脉的核心都是花岗岩岩基。

结构 火成岩的结构取决于矿物晶体的大小和形状。有时相似的矿物组成,却有着不同的结构。火成岩的结构包括细粒的、粗粒的、玻璃质的和斑状的。迅速冷却的熔岩形成晶体微小的火成岩,缓慢冷却的熔岩形成晶粒粗大的火成岩。

侵入岩和喷出岩通常具有不同的结构,侵入岩的晶粒比喷出岩大。如果你观察一块粗粒岩石,如花岗岩,根据晶体的大小和颜色,很容易辨别。

有些侵入岩看起来就像被切开的混有水果的果冻。这种在细小晶体中散布着一些大晶体的结构称为**斑状结构(porphyritic texture)**。一种岩石怎么会有两种晶粒

增进技能

观察 活动

你可以通过观察岩石切片来了解岩石的矿物组成。

1. 下图是一块火成岩切片，我们可以清楚地辨别出不同的矿物。这块岩石中哪种矿物含量最多？为什么？
2. 哪种矿物的含量最少？



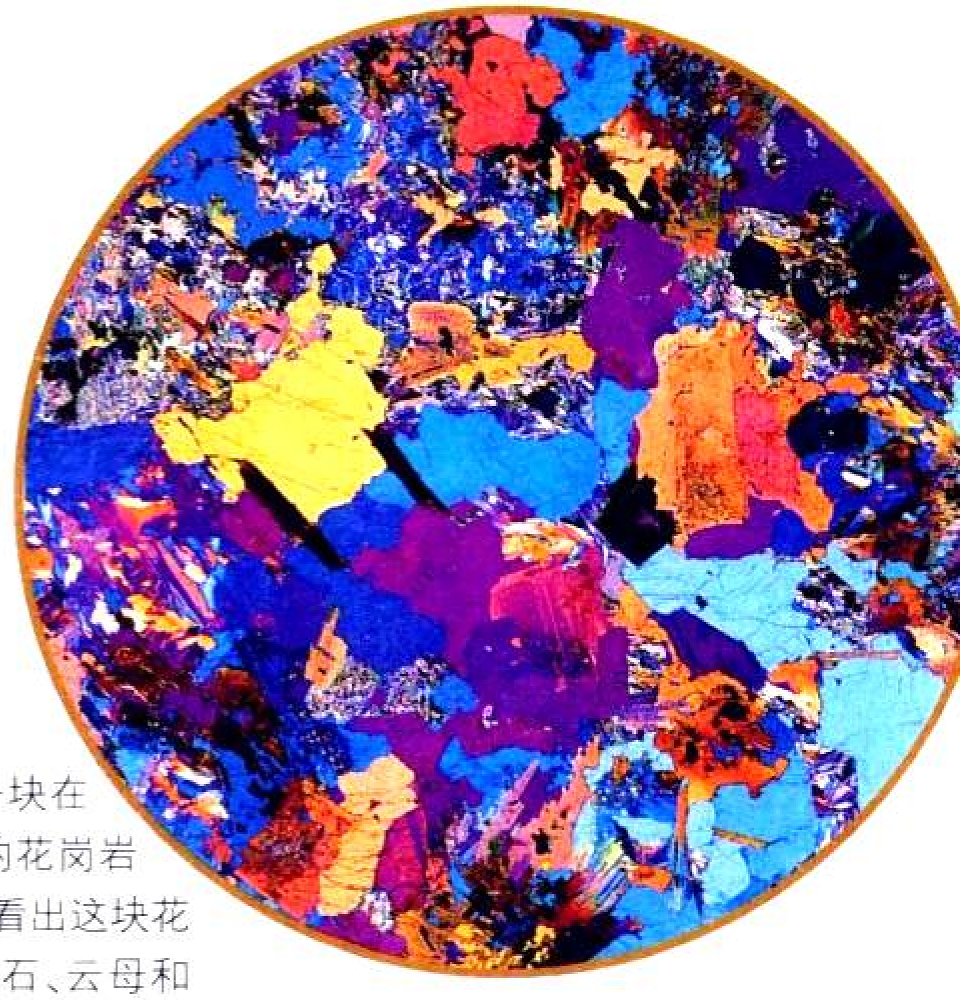


图 5-7 这是一块在显微镜下看到的花岗岩切片，我们可以看出这块花岗岩由石英、长石、云母和其他矿物组成。

呢？斑状岩石是侵入岩分阶段冷却形成的。当岩浆刚开始冷却时，逐渐形成大的晶体，但是剩余的岩浆冷却速度很快，于是形成细小的晶体。岩浆越接近地表，冷却的速度越快。

喷出岩通常具有细粒或玻璃质结构。玄武岩是一种喷出岩，它的晶体微小，只有在显微镜下才看得到。

矿物组成 在第三章中讲过，岩浆和熔岩中硅的含量会影响岩浆和熔岩的流动性。当熔岩中硅的含量很低时，通常形成黑色的岩石，如玄武岩。玄武岩含有长石等黑色矿物，但不含石英。

与化学的综合 如果岩浆中硅的含量较高，通常形成浅颜色的岩石，如花岗岩。然而，花岗岩具有多种形状和颜色：从黑色到淡灰色、红色和紫色，由于具有不同的矿物组成，颜色随之变化。富含红长石的花岗岩具有紫色斑点，而富含角闪石和黑云母的花岗岩则为浅灰色夹黑色斑点。花岗岩中的浅灰或烟状的斑点是石英晶体构成的。地质学家通常将花岗岩切成薄片来研究其中每一种晶体的类型，确定它们的矿物组成。

想一想 ***不同的火成岩在来源、结构和矿物组成上有哪些不同？***

火成岩的用途

大多数火成岩坚硬、致密、耐用，因此从古到今，人们多用火成岩制作工具和建筑材料。例如，古代土著美洲人用黑曜岩做成锋利的刻划工具。

花岗岩是最丰富的火成岩之一，很久以前就被用作建筑材料。图5-8所示是3 500年前，古埃及人用花岗岩做成的雕像。大约600年前，秘鲁人用花岗岩和其他火成岩建造了首都库斯科附近的城堡。在美国，19世纪和20世纪初期，花岗岩被广泛用于建造桥梁和公共设施，如用鹅卵石来铺设街道。薄薄的、磨光的花岗岩薄片也被制作成精美的石雕工艺品、造路的石材和地板。

其他火成岩，如玄武岩、浮岩和黑曜岩等也都用途广泛。玄武岩压碎成砾石可用作建材。浮岩由于具有粗糙的表面，可用来制作清洁和磨光材料。将黑曜岩加热形成珍珠岩，再与土壤混合可制成有利于植物种子萌发的养料。

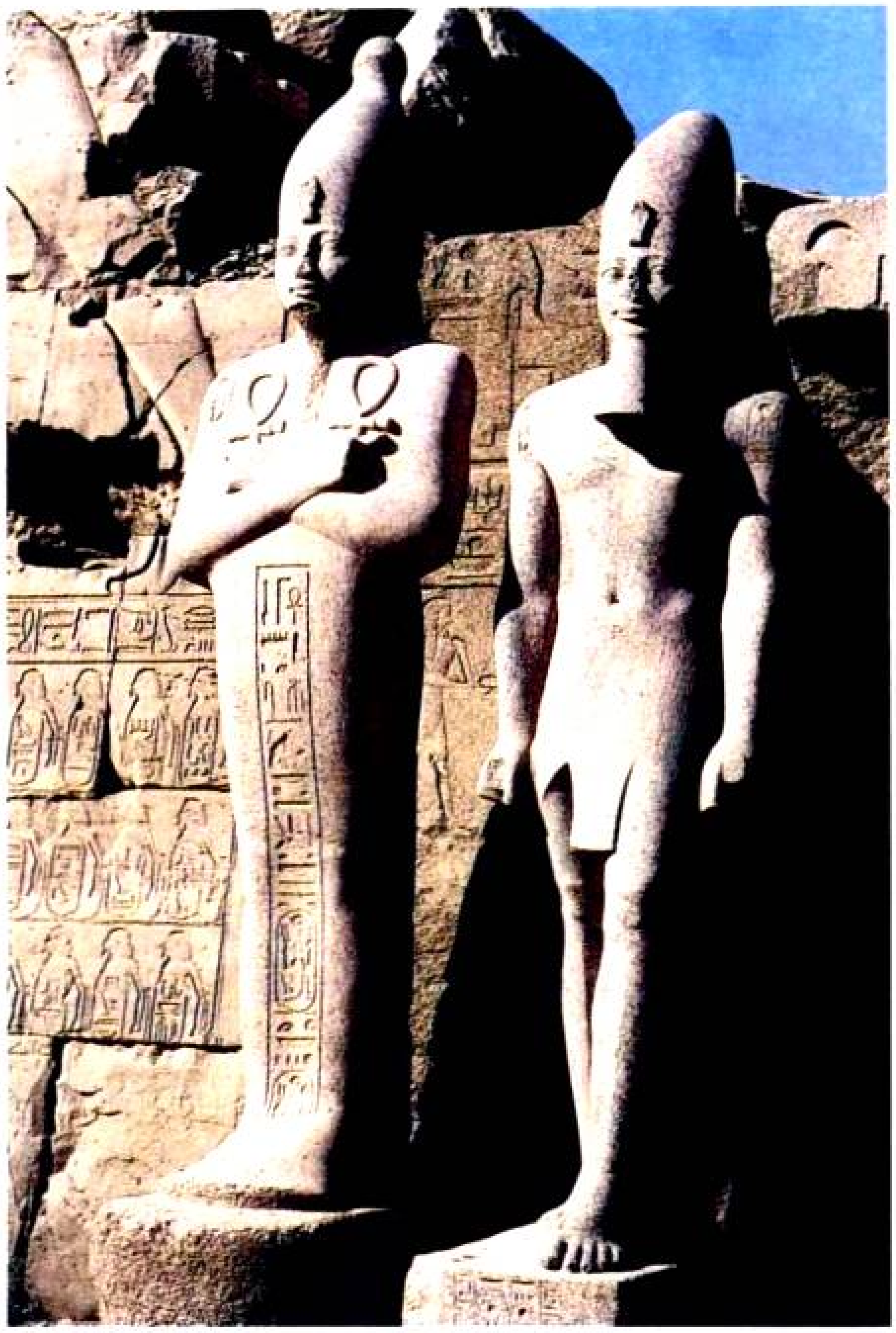


图 5-8 花岗岩以其耐风化的特性深得古埃及人的喜爱。这一对在埃及卢克索神庙发现的皇室夫妇就是用花岗岩雕成的。

第二节复习

1. 地质学家鉴别火成岩的三个主要依据是什么？
2. 喷出岩与侵入岩有什么不同？各举一个例子说明。
3. 为什么火成岩具有细粒或粗粒结构？
4. 为什么有的火成岩是黑色的，而有的是浅色的？
5. **理性思维** **比较与对比** 玄武岩和花岗岩在来源、结构和矿物组成上哪些异同点？

身边的科学

和你的家人去药店或食品商店，观察各种脚部保健产品。有用浮岩制成的产品吗？人们怎样使用这些产品？再了解一些护肤用品或保健产品，看看是否含有浮岩或其他火成岩。向你的家人解释浮岩是怎样形成的。

SECTION

3 沉积岩

探索 活动

压力怎样影响岩石颗粒的大小

1. 将一张纸放在软面包片上。
2. 在纸上放几本较重的书。10分钟后，把书拿掉。观察面包外形的变化。
3. 将面包切成片，观察它的横切面。
4. 小心地将一片新鲜面包切成片，与压过的面包进行比较，看看它们的横切面有什么不同。

思考

观察 把重书拿掉后，面包发生了怎样的变化？描述一下面包的结构。面包摸起来有什么感觉？由此你可以想像压力对沉积岩的颗粒形成有什么作用吗？

阅读指南

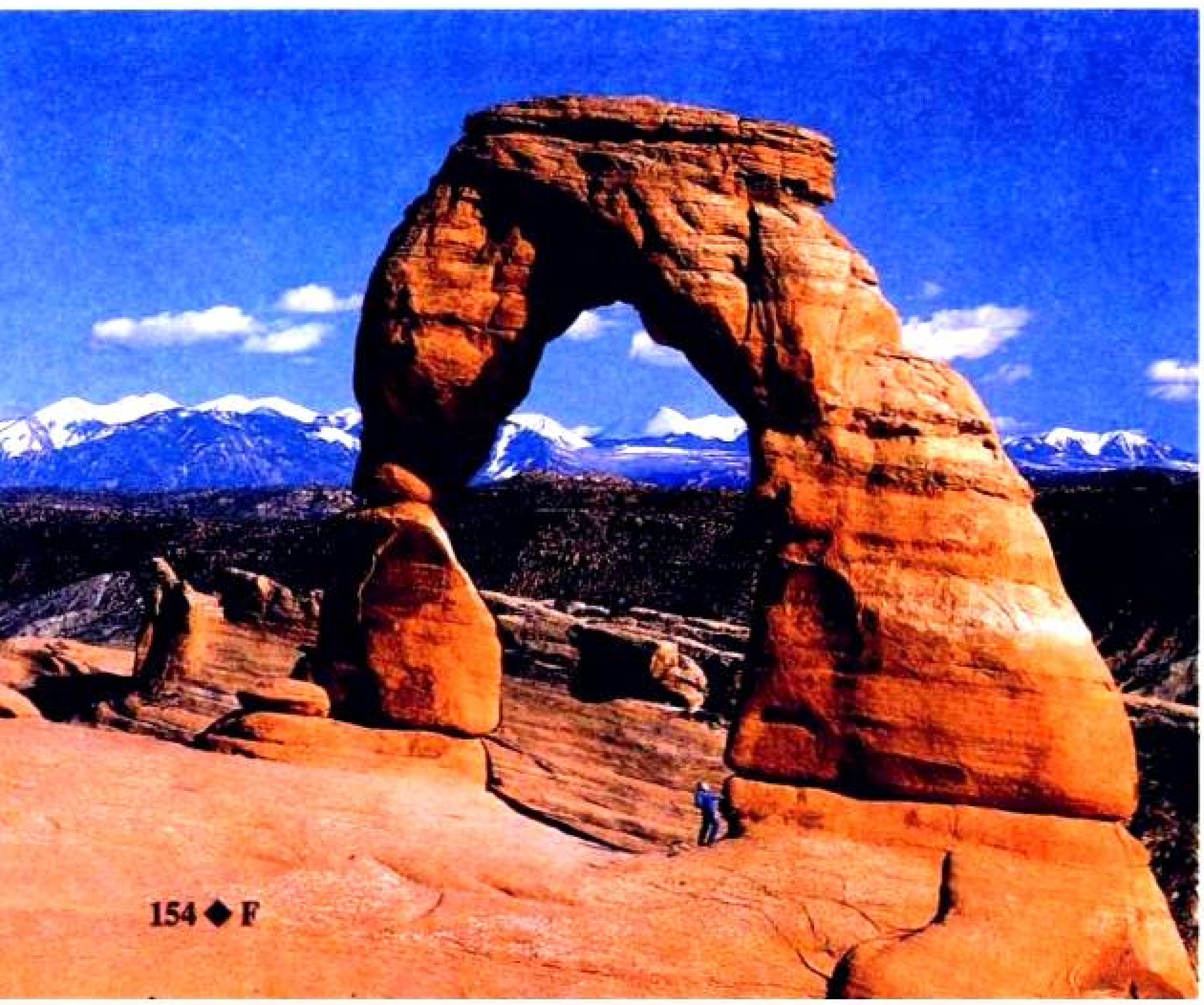
◆ 沉积岩是怎样形成的？

◆ 沉积岩有哪三种主要类型？

阅读提示 在阅读之前，先预览本节的标题，并考虑沉积岩是怎样形成的。

在美国犹他州拱门国家公园，你可以看到非常奇特的景观，这里有几十座天然形成的拱门，它们由不同颜色的岩层组成，像生日蛋糕一样一层一层重叠在一起，其中有一座拱门的跨度差不多有90米，高30米，看起来就像正在大步行走的巨人的双腿。1亿年来，磨损岩石的力一直在“雕刻”着这些坚固的岩石拱门。这里最常见的岩石是砂岩。

▼犹他州拱门国家公园中精致的拱门。



从沉积物到岩石

沉积岩是由水和风中的颗粒沉积形成的。如果你曾经沿着小溪或海滩漫步，你肯定会看到许多小砂砾、泥和小鹅卵石，这些都是形成沉积岩的原料。**沉积物**（**sediment**）是来自岩石或生物体的细小的固体碎屑。水、风和冰都能携带沉积物，并将它们一层一层地沉积下来。那么是什么力量将这些松散的沉积物变成坚固的岩石呢？

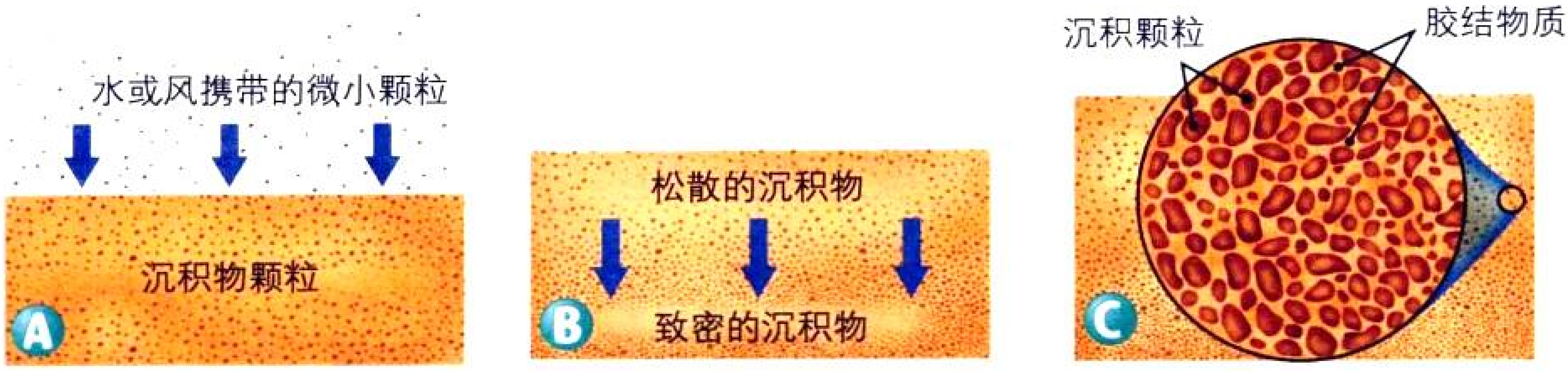


图 5–9 沉积物经过沉积作用、压实作用和胶结作用变成岩石。**A.** 从水和风中沉降的沉积物。**B.** 沉积物在重力的作用下向下压成层状。**C.** 矿物溶液在颗粒间流动，使沉积颗粒胶结在一起。

因果关系 *什么是形成沉积岩的必备条件?*

侵蚀　破坏营力一直在剥蚀和磨损地球表面的所有岩石，这些力包括冷热变化、降雨、波浪和冰川等。在流水或风的作用下，岩石被剥蚀、搬运的过程就形成**侵蚀**（**erosion**）。

沉积　最后，水的流速或风速减慢，沉积物发生沉降。如果携带沉积物的是水流，被携带的这些岩石碎屑和其他物质就沉降在湖泊或海洋的底部。**沉积（deposition）**是沉积物从携带它的水或风中分离出来的过程。**沉积物沉降后，经压实和胶结过程把沉积物变成沉积岩**。

除了岩石颗粒外，沉积物还包括贝壳、骨头、叶子、树干和生物残骸等。随着时间的推移，沉积物中的生物残骸会慢慢硬化，变成化石。

压实　刚沉积下来的沉积物松散地结合在一起，但经过上百万年后，松散的沉积物逐渐变成厚重的沉积层，这些沉积层非常重，一层压在一层上面。将沉积物压在一起的过程称为**压实（compaction）**。年复一年，更多的沉积物落在上面，上面的沉积物进一步压紧下面的沉积物，一层层被紧紧地压实在一起，又形成新的沉积层。因此沉积岩层理分明。

胶结　在压实过程中，受压力的作用，岩石中的一些矿物慢慢溶解在水里，于是含有矿物的水溶液就渗入沉积物颗粒间的空隙中。**胶结（cementation）**是指当水中溶解的矿物结晶时，沉积物颗粒被结晶的晶体粘合在一起的过程。压实和胶结过程通常需要经过上百万年才能把松散的沉积物变成坚硬的沉积岩。

☑ *想一想* ***沉积物经过怎样的过程才能变成沉积岩?***

试一试

岩石的吸水性

活动

探究水能否渗入岩石。

1. 用手持放大镜观察砂岩和页岩样品。它们有什么相同点，有什么不同点？
2. 用天平称两块岩石样品的质量。
3. 将两块岩石样品放入水中，观察。哪种岩石有气泡逸出？预测哪种岩石的质量将增加。
4. 将两块岩石在水中浸泡一夜。
5. 第二天，取出岩石样品，称一称两块岩石的质量。

结论 岩石经浸泡后，质量改变吗？你得到什么结论？

沉积岩的种类

地质学家根据组成沉积岩的沉积物类型，把沉积岩分成三类：**碎屑岩、有机岩和化学岩**。它们的形成过程也都不同。

碎屑岩

大多数沉积岩都是由岩石碎屑组成的。**碎屑岩（clastic rock）**是岩石碎屑挤压在一起形成的沉积岩。岩石碎屑大小不一，从小到用显微镜才能看到的黏土颗粒，到重得你搬不起来的大石头。碎屑岩可根据组成岩石碎屑的大小或颗粒进行分类。

页岩 页岩是一种常见的碎屑岩，由微小的黏土颗粒组成。页岩的形成要求沉积的黏土颗粒必须在非常薄而且平整的地方一层一层沉积。黏土颗粒无需胶结就能紧紧地粘在一起，颗粒间的空隙非常小，水都不能渗透。页岩摸起来很平滑，容易劈成薄片。

砂岩 砂岩中的沙来自海滩、洋底、河床和沙丘。砂岩是小的砂粒挤压和胶结形成的一种碎屑岩，大多数砂粒的主要成分是石英。因为胶结过程不能填满砂粒间的全部空隙，因此砂岩中有许多小洞，容易储存水分。

圆砾岩和角砾岩 有些沉积岩由大小不同的岩石碎屑组成。小的碎屑如细沙和小鹅卵石，大的如大漂砾。如果碎屑物的边缘被磨圆，它们形成的碎屑岩称为圆砾岩。由有棱角的大碎屑组成的岩石称为角砾岩。



图 5-10 圆砾岩是一种碎屑砾岩。
观察 在这块圆砾岩标本中，你能观察到哪些类型的颗粒？

有机岩

与生命科学的综合　不是所有的沉积岩都由岩石颗粒组成。植物和动物残骸沉积物积得很厚时就形成**生物岩(organic rock)**。术语“生物”是指这些岩石曾经是生物体的一部分，或者是由生物体制造的物质。煤和石灰岩是两种重要的生物岩。

煤　煤是由沼泽植物的残骸埋在水中形成的。植物残骸一层一层堆积起来后，受重力的作用，被挤压腐烂，经过上百万年，慢慢形成了煤。

石灰岩　生物体的硬壳可形成各种石灰岩。它是怎样形成的呢？在海洋里，许多生物，包括珊瑚虫、蚌、牡蛎和蜗牛，都具有含方解石的贝壳和骨骼。这些动物死后，它们的贝壳作为沉积物堆积在大洋底部。经过几百万年，这些沉积物可达几百米厚，并在重力的作用下被挤压形成沉积岩。其中有些贝壳溶解，形成方解石溶液渗入贝壳碎屑物间的空隙中。而后，溶解的物质从溶液中析出，成为方解石。方解石将贝壳颗粒胶结在一起，形成石灰岩。

大家都知道有一种石灰岩叫白垩。白垩是由海洋中微生物的骨骼形成的沉积岩。

想一想　***有哪两种重要的生物岩?***



图 5-11　将从煤矿采来的页岩劈开，你可能会看到一种古代植物的遗迹——植物化石。地质学家估计 20 米厚的植物沉积物才能形成约 1 米厚的煤层。



图 5-12　这是密苏里州十一点河沿岸的石灰岩峭壁。



图 5-13 加利福尼亚莫瑙湖边的石“塔”是一块块石灰华。石灰华是从含有矿物质的水溶液中结晶形成的。

分类 *石灰华属于哪一类沉积岩?*

化学岩

溶解在水中的矿物结晶形成的岩石叫**化学岩(chemical rock)**。例如,溶解在湖泊、海洋或地下水中的方解石从溶液中结晶成晶体,形成的石灰岩(主要成分为石灰石)就属于化学岩。

当海洋或湖泊水蒸发,结晶出来的矿物也形成化学岩。岩盐就是一种由水中的食盐通过蒸发形成的化学岩。石膏也属于化学岩。蒸发岩只有在干旱气候条件下才能形成。

沉积岩的用途

几千年来,人们用砂岩和石灰石做为建筑材料。这两种岩石质地很软,容易切割,华盛顿的白宫就是用砂岩建造的。目前,建筑工人通常用砂岩和石灰石来装饰和保护建筑物的外墙。

石灰石还有许多工业用途。回忆一下,在第四章中我们提到,石灰石在炼钢中起着重要作用,另外石灰石也可用来制造水泥。

第三节复习

1. 沉积物沉降下来后,要经过哪些过程,才能变成沉积岩?
2. 沉积岩有哪三大类?
3. 简述石灰岩形成的两种方式。
4. 理性思维 比较与对比 比较页岩和砂岩,它们的组成成分和形成过程有什么异同?

课题 5

检查进度

在大人的陪伴下,考察能采集岩石的地方。在收集样品的过程中,注意观察岩石是散落在地面上的,还是从矿脉上掉下来的,或是在小溪里的。将收集到的岩石分成若干组,它们都是由一种矿物组成的吗?你能辨认出这些岩石中的矿物吗?注意观察每一种岩石的结构。你能找到由其他岩石碎屑形成的岩石吗?

SECTION 4 珊瑚礁

探索 活动

岩石与酸反应

1. 用手持放大镜观察石灰岩和介壳岩标本的颜色和结构。
2. 戴上护目镜，穿上围裙。
3. 从老师那里取来少量稀盐酸。盐酸用来检测岩石中是否含有方解石矿物。
4. 用塑料滴管在石灰岩上滴几滴稀释盐酸。

   注意：小心操作，避免被盐酸烧伤。
5. 记下你观察到的结果。
6. 用介壳岩标本重复步骤 2~4，仔细观察。
7. 用大量的水清洗石灰岩和介壳岩标本，把它们交还给老师。把手洗干净。



思考

结论 比较这两种岩石的颜色和结构。它们能与稀盐酸发生反应吗？珊瑚与盐酸的反应，和石灰岩、介壳岩与盐酸的反应相同。你认为珊瑚中含有什么矿物？

远离佛罗里达海岸有一座海中“城市”——珊瑚礁，它为许多海洋生物提供食物和避难所。礁体内生活着很多小生命——蛤、海绵、海胆、海星、海洋蠕虫，当然还有鱼。五彩斑斓的鱼在多彩的珊瑚丛中游弋，章鱼隐藏在海底洞穴，铲起离它最近的螃蟹。这个“城市”是由成千上万的小软体动物构成的，这些软体动物都具有含方解石的外骨骼。由这些外骨骼形成的珊瑚礁像坚固的“城墙”一样，保护海岸线免受波浪破坏。

阅读指南

- 珊瑚礁是怎样形成的？
- 珊瑚礁怎样变成陆地上生物石灰岩沉积物？

阅读提示 在阅读过程中列出本节的主要观点及证明这些观点的论据。



图 5-14 左图为佛罗里达州庞帕诺海滩的一个珊瑚礁，它为许多不同种类的生物提供了食物和避难所。



图 5-15 珊瑚以比它们更小的浮游生物为食（为了清楚地看清微小生物，这幅图已被放大）。

珊瑚虫

珊瑚虫是水母的亲戚，它们是微小的、大量生活在一起的群居生物。大多数珊瑚虫与手指甲一般大小，甚至更小。珊瑚虫看起来就好像是一个有很多触须的小布袋，它们用触须去捕食浮游到附近的微小生物。珊瑚虫死后遗留下来的钙质骨骼聚积在一起就形成**珊瑚礁**（**coral reef**）。

只有在温暖而且较浅的热带海洋中才能形成珊瑚礁，因为在寒冷的或者是低盐度的水中，珊瑚虫不可能生存。珊瑚礁的礁体大多数沿着岛屿以及大陆边缘的海岸分布。

在每个珊瑚虫内都生活着小的藻类。藻类为珊瑚虫提供了生存所必需的物质；反过来，珊瑚虫也为藻类生存提供舒适的环境。像植物一样，藻类离不开阳光。到40米以下，由于没有足够的阳光透过水层，藻类就无法生存。因此，大多数珊瑚礁都形成于水深40米以内的浅海区。

珊瑚礁的形成

珊瑚从海水中吸收钙，然后钙在珊瑚体内变成方解石，成为它们骨骼的一部分。**随着岁月的流逝，珊瑚虫不断死去，但骨骼保存下来，并且不断新生的珊瑚虫继续“建造”珊瑚礁。**经过数千年，珊瑚礁可以生长成千百米长，数百米高。珊瑚礁常常突出海面，并且不论海面上升或海底下沉，珊瑚礁都继续向上生长。

图 5-16 南太平洋中的布拉岛被穗状的珊瑚礁包围了起来。将来有一天，岛屿会被侵蚀掉，留下一个环礁。

推论 如果环礁下的洋壳下沉，环礁上的活珊瑚将会怎样？



珊瑚礁分三种类型：边缘礁、暗礁和环礁。边缘礁生长在靠近海岸的地区，被浅水与陆地隔开。暗礁离海岸较远，至少距离陆地10千米。绵延于澳大利亚海岸长达2 000千米的珊瑚礁就属于暗礁。**环礁(atoll)**是远离海岸的环状珊瑚岛，环礁常生长在海面下的火山岛上。为什么火山岛会沉到海面下？因为当洋壳移动远离洋中脊，火山岛冷却，密度变大，导致洋底下沉。

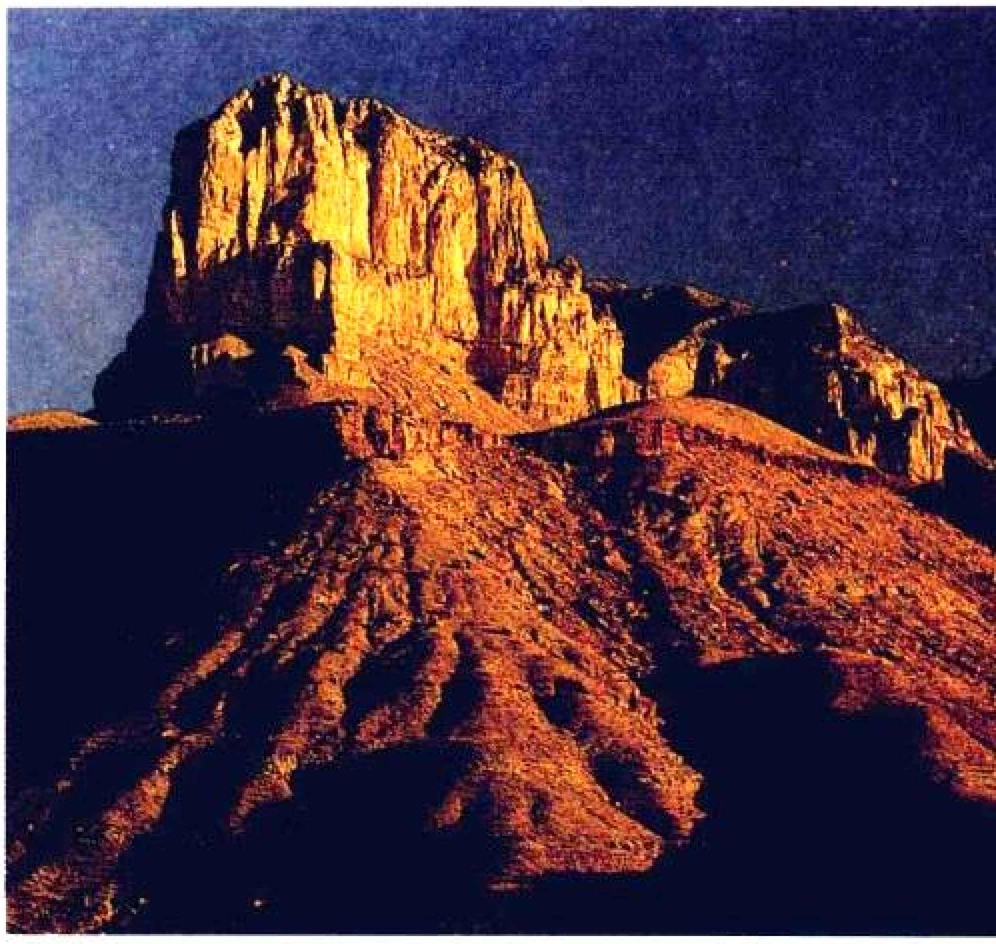
☑ **想一想** ***珊瑚礁分为哪三种类型？***

珊瑚礁的石灰岩沉积物

珊瑚被埋在沉积物下，经过一定的时间，就变成石灰岩。与现在的珊瑚虫类似，古代的珊瑚虫繁盛于温暖的热带海洋，它们的化石是地球上所有化石中最常见的。**由珊瑚形成的石灰岩可以在洋底上升后形成的陆地上发现。**

几亿年前形成于海底的珊瑚，有很多现在已经成为陆地的一部分。地壳运动使生长有珊瑚的洋底抬升，直到变成干旱的陆地。在美国的威斯康星州、伊利诺斯州以及印第安纳州、德克萨斯州、新墨西哥州等地方都有这种岩石出露。

图 5-17 德克萨斯州瓜达卢佩山脉峰顶上突出的白色岩石。这块巨大的石灰岩是2.50亿年前由生活在温暖浅海中的珊瑚礁形成的。



第四节复习

1. 解释珊瑚礁的形成过程。
2. 珊瑚如何变成石灰岩？
3. 为什么珊瑚只生活在水深小于40米的海洋中？
4. **理性思维** **预测** 亚马孙河是流经巴西热带森林的一条大河，径流量巨大，沉积物由黏土构成。试想在亚马孙河河口附近是否可能生长珊瑚礁？说明理由。

课题 5

检查进度

为每个岩石样品准备信息卡，确定如何保存岩石样品。每张信息卡都要包括以下内容：何时何地发现岩石，岩石所在地的地质特征，岩石构造，岩石的矿物组成，岩石的所有实验结果等。这些岩石是不是都是生物岩？为什么？

SECTION 5 变质岩

探索 活动

比较片麻岩和花岗岩颗粒的排列方式

1. 用手持放大镜观察片麻岩和花岗岩样品。仔细观察两类岩石的颗粒或晶粒。
2. 观察颗粒或晶粒在岩石样品中的排列方式。画出两块岩石的草图，并描述它们的构造。

思考

推论 在地壳中，有些花岗岩会变成片麻岩。你认为这种改变一定会发生吗？

阅读指南

◆ 变质岩是在什么条件下形成的？

◆ 地质学家如何对变质岩进行分类？

阅读提示 在阅读之前，先将标题写成问题的形式，再在阅读过程中找出答案。

变质岩是指发生变质的岩石。是什么导致岩石变成变质岩？问题的答案在于地壳内部。

变质岩的形成

地球内部的温度和压力能使所有岩石变成变质岩。当岩石变成变质岩后，它的外形、构造、晶粒结构以及矿物组成都会发生变化。火成岩、沉积岩都可以变成变质岩，一种变质岩也可以变成另一种变质岩。

板块之间的碰撞作用将岩石朝温度高的地幔方向推动。地壳中的岩浆活动也提供了足够使岩石发生变质的热量。

埋藏在地壳深层的岩石承受着巨大的压力。在受到比地球表层的压力大几百倍，甚至几千倍的压力的作用下，岩石中的矿物发生改变，原来的岩石就变成变质岩。

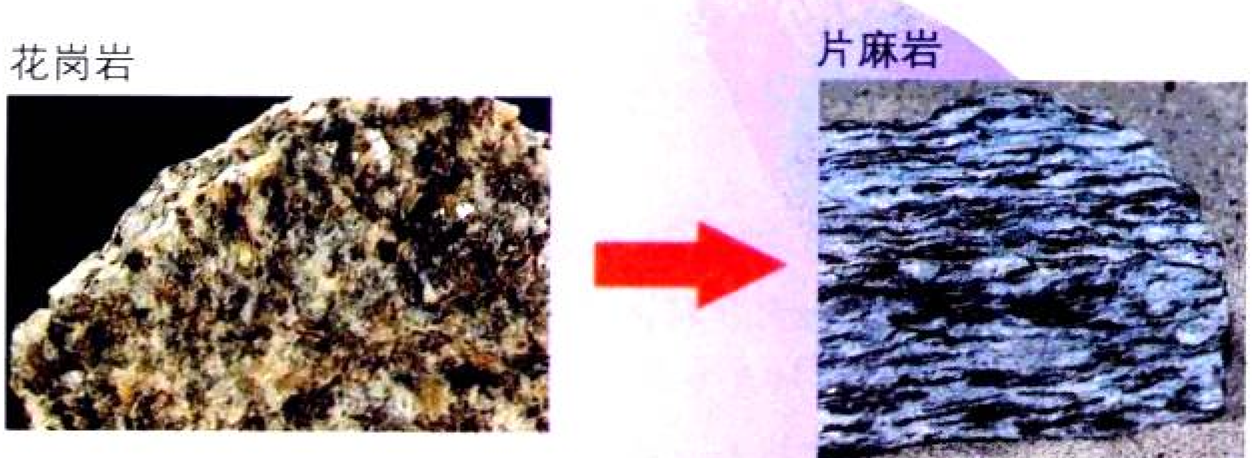


图 5-18 炙热的温度和巨大的压力使岩石的物质成分和结构发生变化，如花岗岩变成片麻岩，页岩变成板岩，砂岩变成石英岩。

观察 石英岩与砂岩有什么区别？

变质岩的分类

在变质岩的形成过程中，高温改变了颗粒的大小和形状，甚至改变了岩石中的矿物晶粒。另外，巨大的压力将岩石紧紧地挤压在一起，矿物的晶粒可能被重新排列在一个平面上或者相互平行排列。**地质学家根据岩石中颗粒的排列方式对变质岩进行分类。**

岩石中颗粒呈层状或带状排列的变质岩叫做**叶片状(foliated)**岩石。这种薄而平的结构在大多数变质岩中都存在。叶片状岩石，包括板岩、片岩、片麻岩，可以沿着颗粒排列的方向劈开。如图5-18，注意观察花岗岩的晶粒是怎样被压平形成片麻岩的叶片状结构的。

板岩是常见的叶片状岩石。温度和压力的作用使得页岩变质成板岩。板岩比页岩的密度大，是页岩的浓缩。在变质过程中，板岩中形成了许多新的矿物，如云母和角闪石。

有的变质岩不是叶片状岩石，这种岩石中矿物的晶粒比较随意地分布，这类变质岩不能劈成薄层。大理石和石英岩都不具备叶片状岩石的构造。石英岩是由砂岩变质而成的。砂岩中硬度较小的石英颗粒重新结晶，形成硬度特别大的石英岩。如图5-18，石英岩看上去比砂岩光滑得多。

☑ 想一想 *什么是叶片状岩石?*

·试一试·

用小金属片模拟岩石颗粒 活动

1. 用黏土制作3个直径为3cm的球，在其中一个球中混入25个小金属片。
2. 用一根30 cm长的细线把球切成两半。小金属片是如何排列的?
3. 再用黏土和金属片捏1个球。将3个球堆起来，放在一块木块上，其中金属球放在中间。用另一块木板慢慢地向下压，直到球堆大约3cm高。
4. 再用细线将金属球切成两半。观察金属片排列的方式。

制作模型 金属片在你的岩石模型中代表什么?这块岩石是叶片状岩石吗?

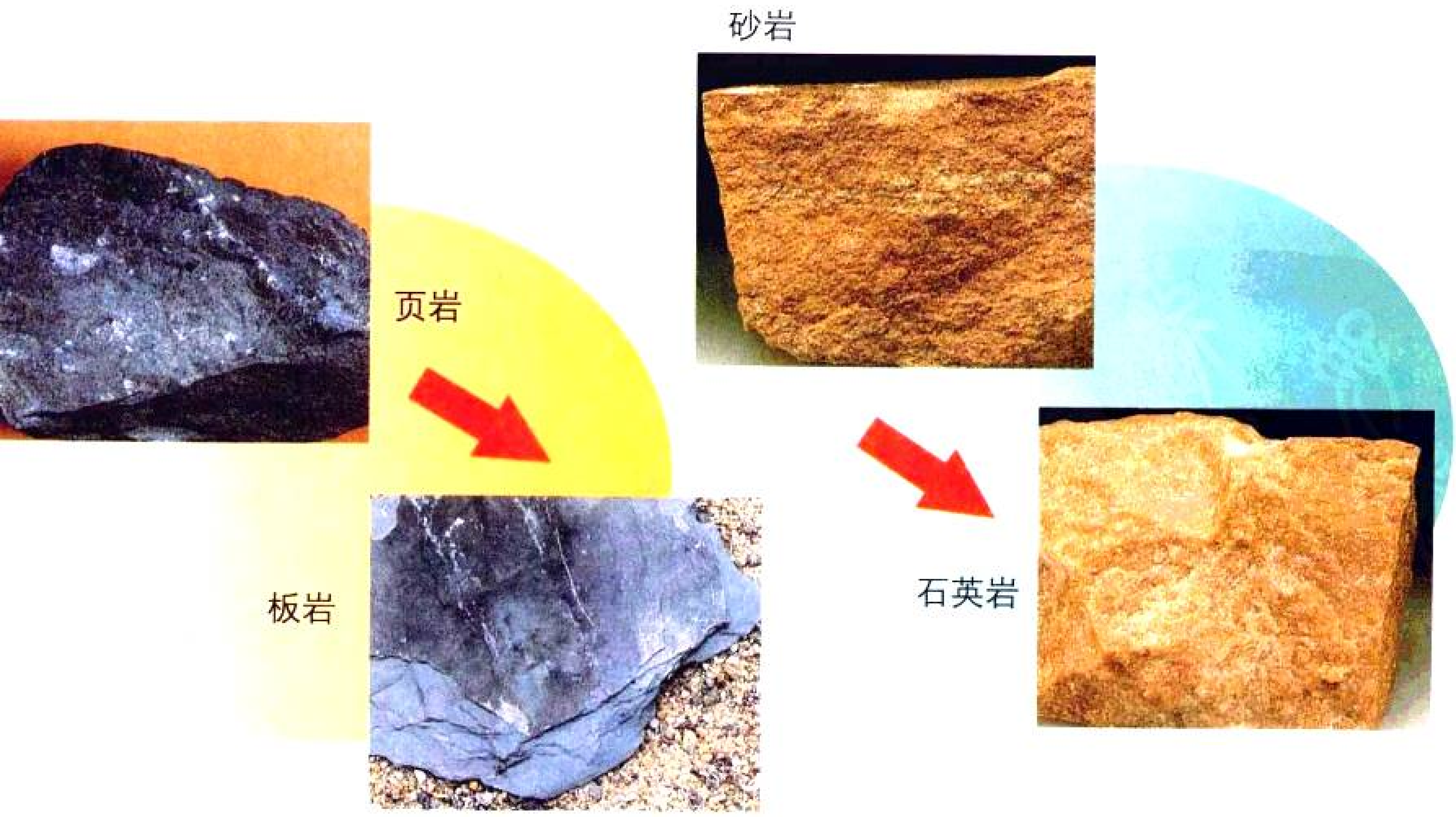
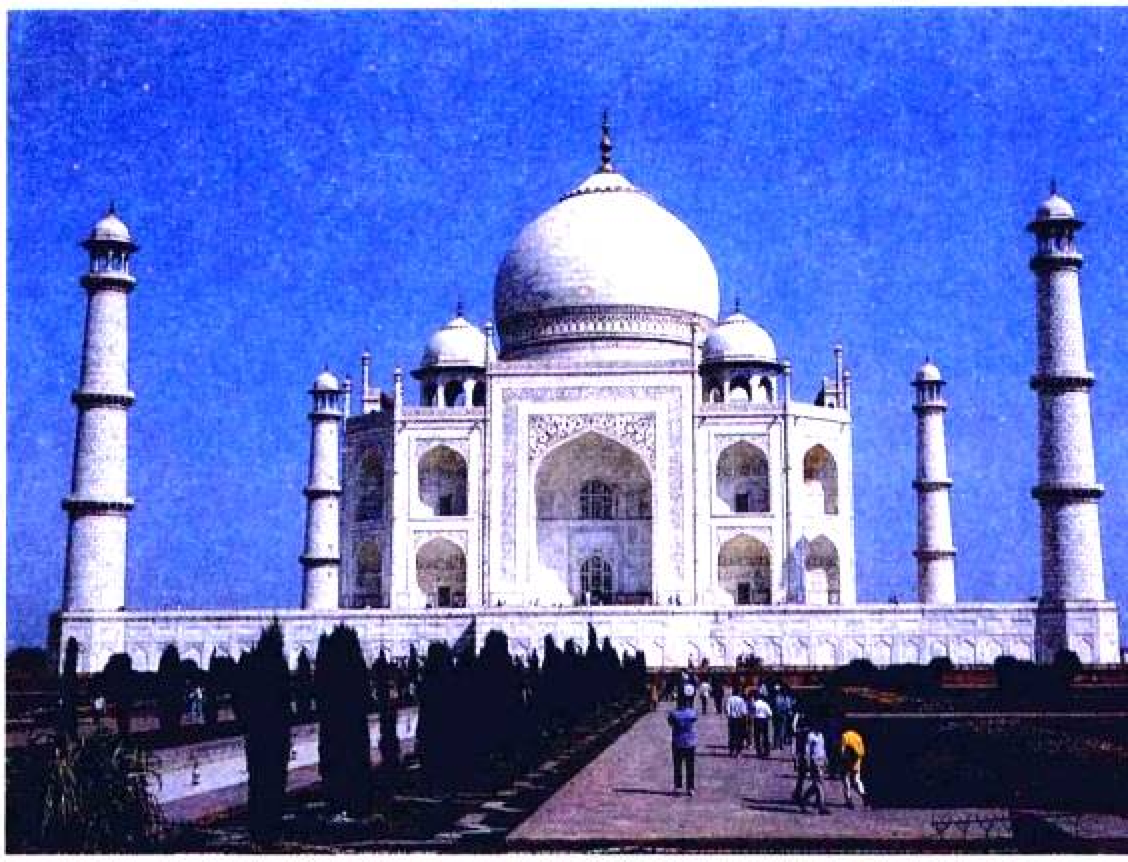


图 5-19 泰姬陵所用的纯白大理石是从远在 300 千米外的采石厂运来的。20 000 名劳工花了 20 年的时间才完成整个泰姬陵的建造。



视觉艺术链接

负责设计泰姬陵的建筑师利用对称和相似的原理来设计这座漂亮的建筑物。注意观察左右两边的建筑的对称性，它是否给人一种平衡的艺术感觉？请再注意观察建筑的相似部分，如圆顶、拱门以及尖塔，这些形状的相似性给人一种视觉上的节奏感。

阅读 DIY

给你的朋友写一封信，告诉他当你走向泰姬陵宫时的感觉，解释这座建筑物是如何表现对称性的，描述其他可产生对称效果的特征。

变质岩的用途

大理石和板岩是两种用途最广泛的变质岩。石灰岩在地下受高温和压力的作用，就发生变质形成大理石。由于大理石颗粒细，所以它相对比较容易被切成板状，并很容易被磨光，因此建筑师和雕刻家都喜欢用它作为材料。例如，世界上最漂亮的印度泰姬陵就是用大理石建造的。它建于17世纪，是印度帝王为了纪念他死于难产的妻子而建造的。如图5-19，白色的大理石至今依然熠熠生辉。

板岩具有叶片状构造，容易被劈开，所以常作为地板、屋顶、屋外的走廊或者黑板的材料。和大理石相似，板岩也具有多种颜色，如灰色、黑色、红色和紫色，因此它常用来装饰石头砌成的房屋。

第五节复习

1. 描述变质岩形成的过程。
2. 变质岩的分类依据是什么？
3. 当岩石变成变质岩时，岩石的哪些特性会发生变化？
4. 压力如何导致岩石变质？
5. **理性思维** **因果关系** 为什么在变质岩中很难找到化石？

身边的科学

你的邻居是怎样利用岩石的？和你的家人散步时，留心观察岩石的用途。辨别用于雕刻、墙壁装饰以及建筑物的岩石，你能分辨出它们的种类吗？寻找石灰岩、砂岩、花岗岩和大理石，将你和同学发现的岩石种类列成一张表。记录每种岩石的发现地点以及它是如何被利用的，同时还应描述岩石的颜色和构造。

分　类

神秘的岩石

技能实验室

问题

岩石依据哪些特性分类?

材料

1块“神秘的岩石”　　手持放大镜

2块未知名的火成岩

2块未知名的沉积岩

2块未知名的变质岩

技能

推理　分类

步骤

1. 给你6块岩石和1块不是岩石的样品，分别用A~G标记。
2. 将下表画在的你的笔记本上。
3. 用手持放大镜观察每一块岩石，寻找岩石形成的线索，看看是不是由熔融物质形成的，记录岩石的颜色和结构。仔细观察岩石中是否含有晶粒构造。
4. 用手持放大镜观察岩石样品，寻找能够反映岩石是由其他岩石颗粒形成的线索。观察岩石的结构，注意是否有细小的、磨圆程度好的细颗粒存在。
5. 用手持放大镜观察，寻找能够反映岩石是在高温和高压下形成的线索。注意岩石晶粒是否呈层状或带状排列。
6. 将你的观察记录在表中。

分析与结论

1. **分类**　分析你观察的结果，并对每一块岩石进行分类。
2. **推理**　分析哪块样品不属于岩石。为什么？你认为“神秘岩石”是什么？说明原因。
3. **推理**　哪些岩石样品属于火成岩？还有其他岩石也具备与它相似的物理特性吗？它们有什么区别？
4. **推理**　哪些岩石样品属于沉积岩？它们是如何形成的？具备什么物理特性？
5. **得出结论**　哪些岩石样品属于变质岩？具备什么物理特性？
6. **交流信息**　哪些特性是岩石分类最有用的依据？为什么？

进一步的探索

你能为每块岩石命名吗？根据岩石和矿物分类指南，为每个岩石样品确定一个名字。

样品	颜色（暗色、中等亮度、混合色）	结构（细粒、中等亮度、粗粒）	叶片状构造或条带状构造	岩石（火成岩、变质岩、沉积岩）
A				
B				

SECTION 6 岩石循环

探 索 活 动

哪类岩石最先形成

1. 参考下面的图片，绘出石英岩、花岗岩和砂岩的草图。
2. 在草图中，尽量绘出每一种岩石的颜色和结构，找出它们的相同和不同之处。
3. 这些岩石分别属于哪一类岩石？

思考

构想假说 石英岩、花岗岩和砂岩有什么关系？根据它们形成的先后秩序安排卡片的顺序。如果给地壳足够的时间，你所排列的第三块岩石将会发生什么变化？



石英岩



花岗岩



砂岩

阅读指南

- 什么是岩石循环？
- 地壳构造在岩石循环中的作用是什么？

阅读提示 在阅读之前，先预习第168页的“探索岩石循环”，列出你的问题，然后在阅读本节内容的过程中找出问题的答案。

位于乔治亚州石头山顶部的花岗岩是形成于几千万年前的岩基。所谓岩基，是指在地表以下形成的大块火成岩。这些花岗岩，经过几千万年的风化，渐渐被剥蚀，被河流冲刷带走，花岗岩碎片就变成沙子，但这并不是最后的归宿。是什么力量把巨石山变成了细小的岩石碎屑？而这只不过是岩石演变过程的一部分。

循环的多种途径

岩石并不像我们所看到的那样一成不变。**受地壳的内外营力作用，岩石经历了形成、破坏和变质的循环过程。岩石循环（rock cycle）**是发生在地表和地球内部、从一种岩石变成另一种岩石的一系列缓慢过程。岩石循环的驱动力是地壳的建设营力和破坏营力。

岩石循环有多种途径。让我们沿着石头山来考察一下岩石的循环途径吧。



图 5-20 石头山位于乔治亚州的亚特兰大，它比周围陆地抬升 210 米。

石头山岩石的循环

以形成于数百万年前的石头山为例。起初，在地表下面生成花岗岩岩基，随着山体抬升，花岗岩被抬升突出地表。数百万年以后，河流、温度和湿度等气候因素剥蚀了石头山上的花岗岩（直到现在，花岗岩还在剥落），花岗岩变成沙子，经河流进入海洋。

又经过数百万年后，这些沉积在海底的沙子越积越厚，慢慢被压实，海水中溶解的方解石将这些颗粒胶结在一起。于是，曾经在石头山上的一部分花岗岩变成了砂岩，成为一种沉积岩。

越来越多的沉积物在砂岩上堆积起来，掩埋了沉积岩。随着作用在这些沉积岩上的压力的增加，岩石温度升高，砂岩中的颗粒被最大程度地压缩，颗粒与颗粒之间不存在一点空隙。这时，石英中的主要成分——硅就取代方解石，将这些颗粒胶结在一起，岩石也由粗糙变得光滑。数百万年后，砂岩变成了一种变质岩——石英岩。

以后将发生什么？需要再等几千万年后，你才看得到石英岩完成整个岩石循环。现在你可以在“探索岩石循环”中追踪岩石循环历程。

增进技能

分类

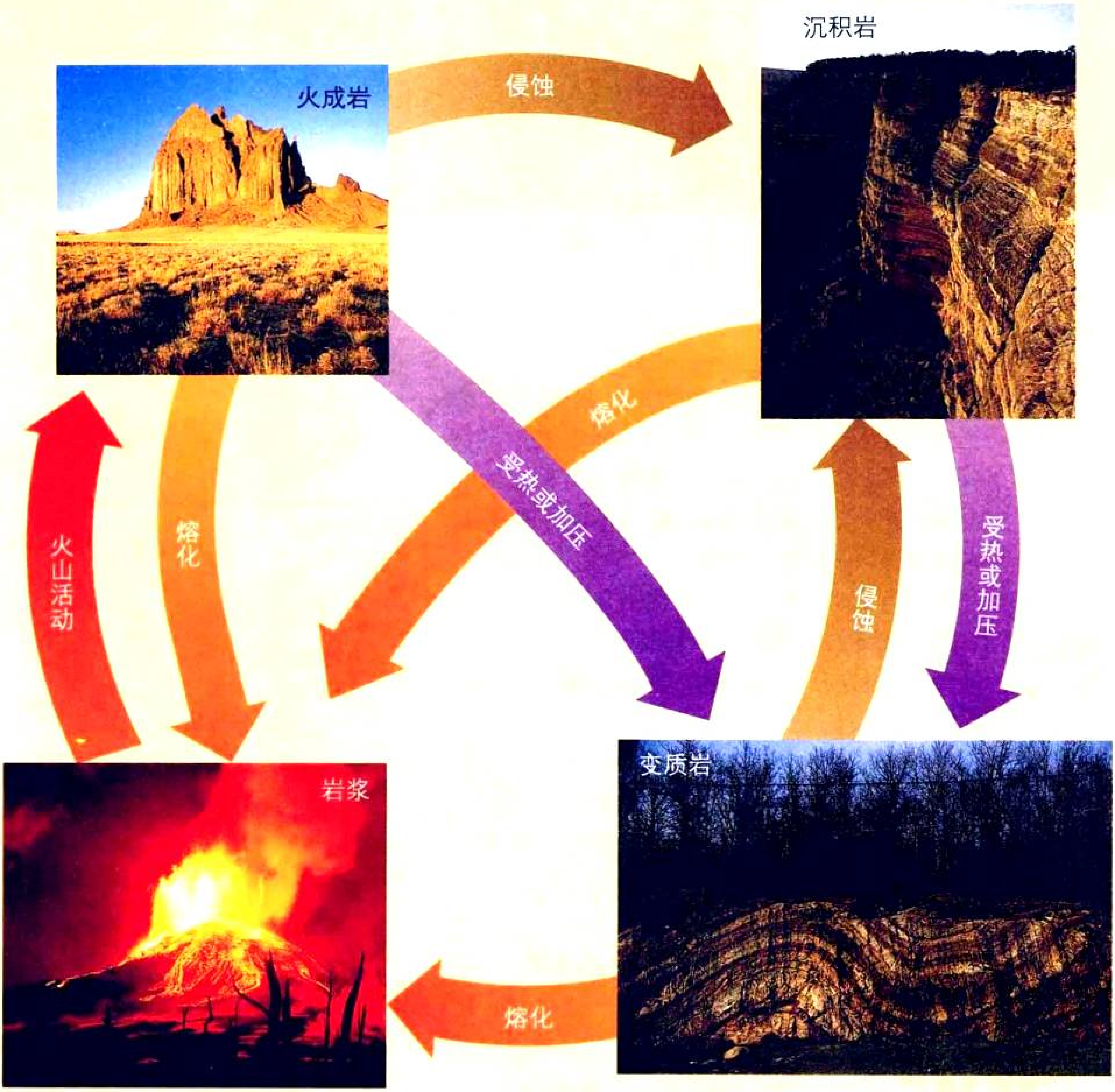
活动

有些变质岩由火成岩形成，有些变质岩由沉积岩形成。

1. 如果你发现变质岩有细-晶粒结构，并且具有薄片层理，那么它是由哪一类岩石变质形成的？为什么？
2. 如果你发现变质岩由易于区分的不同颜色和大小的晶粒构成，并呈相互平行的带状排列，那么它又是由哪一类岩石变质形成的？为什么？

探索 岩石循环

受地壳的建设营力和破坏营力的作用，地表不断形成新的地形和被侵蚀。火成岩、沉积岩和变质岩遵循岩石循环的路径连续反复循环着。岩石循环可以遵循不同的路径。图中外部的箭头反映了岩石循环的整个过程，内部的箭头反映了岩石可以相互转化。



岩石循环和板块构造

岩石循环与地壳板块运动密切相关。板块构造导致岩石圈的一部分——板块发生运动。**板块运动是岩石循环的动力，它将岩石返回地幔，熔化成岩浆。板块运动还使地壳拉伸、压缩或抬升。**至少有两种板块运动的方式与岩石循环有关，一种是在洋壳板块的消减，另一种是大陆板块之间的碰撞。

洋壳板块的消减 思考一下，曾是石头山一部分的岩石砂粒循环路径。首先岩石砂粒变成沉积于洋壳中的砂岩，然后洋壳携带这些砂岩向海沟俯冲，回到地幔，熔化成岩浆，最终又变成了火成岩。

大陆板块的碰撞 大陆板块之间的碰撞作用也可以导致岩石循环。板块的碰撞挤压来自洋底的砂岩，使之变质成石英岩，并且这些石英岩因板块碰撞形成山脉或者高原。然后裸露在地表的山脉或高原被剥蚀，形成砂岩，完成岩石循环过程，并如此周而复始。



图 5-21 这是一块生活于5亿年前的三叶虫的化石。由于板块运动，包含这块化石的石头成了山体的一部分。

第六节复习

1. 从一种岩石变成另一种岩石的过程叫什么？
2. 板块运动是怎样导致岩石循环的？
3. 在岩石循环过程中，石英岩形成之前是哪一类岩石？之后又会变成哪一类岩石？为什么？
4. **理性思维** **应用概念** 从沙滩上的沙粒开始，描述沙粒发生岩石循环的全过程，直到它又重新变为沙滩上的沙粒为止。
5. **理性思维** **做出判断** 你认为岩石循环的起点是什么？为什么？

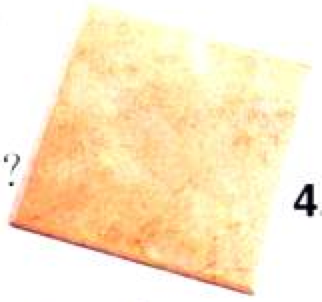
课题 5

检查进度

现在你已经完成收集、描述、测试岩石的工作，并作了相关实验记录，把它们按照火成岩、沉积岩和变质岩进行分类。这些岩石是不是都具有叶片状构造？请找出特殊的岩石。将你收集的岩石与图书馆的参考书或一些专业书中的岩石照片进行对照。

石质地面建材的选择

假设你正在装修房子，你想用一些石质建材，如花岗岩、大理石或者石灰岩等来做厨房的地面。你想要了解哪种材料最好，最易于打扫。



问题

哪种石料做厨房地面最适合？

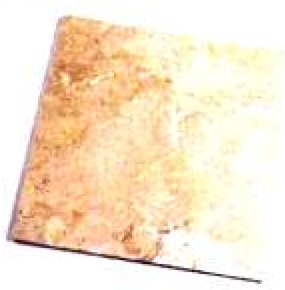
技能

设计实验
形成概念
得出结论



建议使用的材料

钢钉子　　钢丝刷
水　　塑胶滴管
手持放大镜
表面光滑的火成岩、沉积岩、变质岩样品
弄脏地面的材料，如墨水和颜料
制造油污的材料，如黄油和石蜡



步骤

1. 集体讨论什么是好的地面。例如，好的地面应防污染、防摩擦、防油脂斑纹、防滑等。
2. 预测一下——你认为厨房地面最好用哪种石料？为什么？
3. 写出你将要解决的一系列问题。设计实验时，请考虑以下因素：
   - 你要检验的火成岩、变质岩和沉积岩的种类（最少每一类岩石挑选一种岩石）。
   - 实验需要哪些材料和设备？需要多少数量？
   - 对样品进行哪些实验分析？
   - 如何掌握每一次实验结果的多变性？
   - 如何度量每一个样品对沾污、油脂和摩擦的抵抗性？
   - 如何度量样品的光滑度？
4. 重新检查你的计划，能回答所提的问题吗？
5. 和老师一起检查实验步骤和实验的安全性。
6. 设计一张表格，内容包括你对设计中各种材料评价的预测。

分析与结论

1. **解释数据**　通过实验，哪种材料的评价最高？哪种材料的评价最低？
2. **得出结论**　哪种材料最适合做厨房地面，哪种材料你最不愿意使用？
3. **得出结论**　答案和你开始所预测的一致吗？为什么不一致？
4. **应用概念**　有人希望作为地面的石块容易切割成准确的尺寸和形状。那么对于地板的安装者来说，哪些质量问题困扰他们？
5. **交流信息**　根据上述实验结果，你将采用哪种材料制作餐厅的柜台？做柜台所要求的材质质量与地板有什么不同？

进一步的探索

调查一些用于厨房地面的材料的价格。材料的价格会影响你对材料的选择吗？还有哪些其他因素？

学习指导

SECTION 1 岩石的分类

知识要点

- 岩石组成了坚硬的地壳。
- 地质学家根据岩石的颜色、结构、矿物组成以及岩石的来源进行分类。
- 岩石分为火成岩、沉积岩和变质岩三大类。

关键术语

结构　火成岩　变质岩
晶粒　沉积岩

SECTION 2 火成岩

知识要点

- 炙热的液态岩浆或熔岩冷却变硬形成火成岩。
- 火成岩根据它的来源、结构和矿物组成进行分类。

关键术语

喷出岩　斑状结构　侵入岩

SECTION 3 沉积岩

知识要点

- 大多数沉积岩是沉积物被压实并胶结在一起形成的。
- 沉积岩是根据沉积物的类型来分类的。
- 沉积岩分成碎屑岩、生物岩和化学岩三类。

关键术语

沉积物　压实　生物岩
侵蚀　胶结　化学岩
沉积　碎屑岩

SECTION 4 珊瑚礁

与生活科学的综合

知识要点

- 当珊瑚虫死亡后，它们的骨架保存下来，同时更多的珊瑚尸体堆积在上面，最终形成珊瑚礁。
- 数百万年后，地壳的运动将古珊瑚礁形成的石灰岩抬升到地表。

关键术语

珊瑚礁　环礁

SECTION 5 变质岩

知识要点

- 地球内部的温度和压力使岩石变成变质岩。
- 地质学家根据变质岩是否具有叶片状构造进行分类。

关键术语

叶片状岩石

SECTION 6 岩石循环

知识要点

- 在地表以及地表以下，岩石从一种类型变成另一种类型的一系列过程称为岩石循环。
- 板块的运动使岩石重新回到地幔，熔化成岩浆，完成岩石循环。板块运动还使地壳伸展、压缩以及抬升，推动岩石循环过程。

关键术语

岩石循环



活动

相关网站

www.science-explorer.phschool.com

复习题

选择题

请选择最佳答案。

1. 下列沉积岩属于化学岩的是____。
   a. 页岩　　b. 砂岩
   c. 岩盐　　d. 角砾岩
2. 可以形成变质岩的是____。
   a. 火成岩
   b. 沉积岩
   c. 变质岩
   d. 以上都是
3. 花岗岩形成的变质岩是____。
   a. 大理石　　b. 玄武岩
   c. 片麻岩　　d. 浮岩
4. 下列条件中，有助于变质岩和沉积岩的形成的是____。
   a. 胶结　　b. 压力
   c. 蒸发　　d. 受热
5. 数百万年前，形成有机石灰岩沉积的可能是____。
   a. 沼泽地森林
   b. 熔岩流
   c. 珊瑚礁
   d. 侵入岩

判断题

如果叙述正确，写“T”；如果错误，写“F”，并修改画线部分。

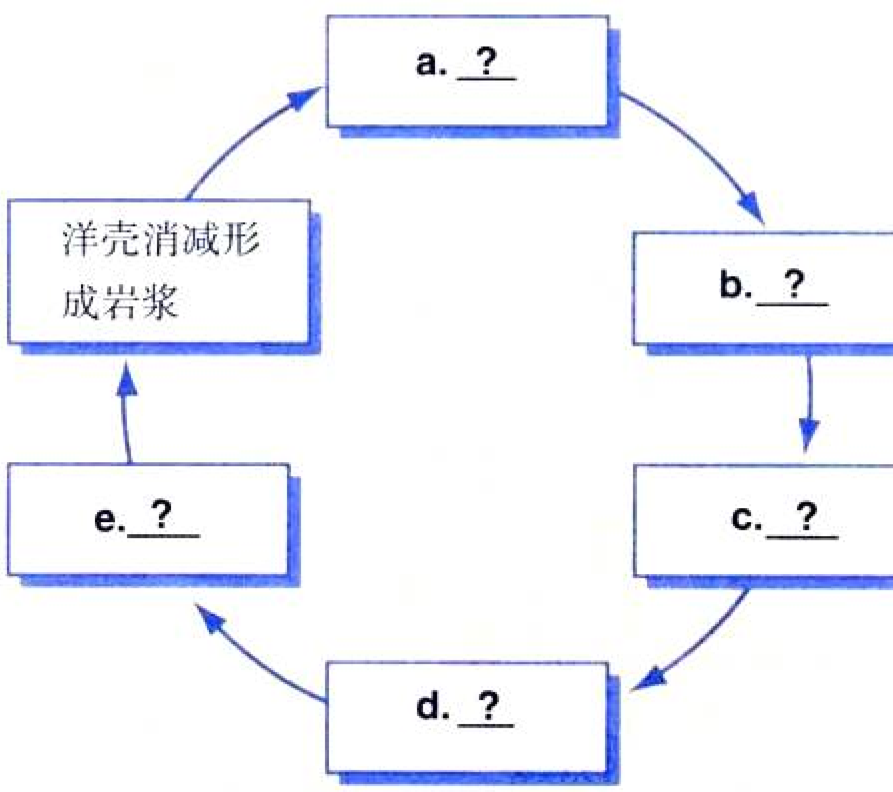
6. 火成岩根据它的形成方式、颜色、结构以及形状进行分类。
7. 花岗岩是细-晶粒火成岩。
8. 由矿物从溶液中析出形成的沉积岩，根据斑状结构来分类。
9. 暗礁是深海中环形的珊瑚岛。
10. 岩石从一种岩石变成另一种岩石的一系列缓慢的过程称为岩石循环。

简述题

11. 火成岩的结构和来源有什么关系？
12. 为什么水流容易渗透砂岩，但不容易渗透页岩？
13. 叙述蒸发如何形成岩石，形成哪类岩石。
14. 当岩石变成变质岩时，岩石的特性如何变化？
15. 导致形成变质岩的热量来自哪里？
16. **科技写作**　假设你作为野营顾问带领队员到山上远足，其中一名队员敲碎一块岩石，发现里面有鱼的化石。他想知道鱼的化石是怎样从洋底转移到山上来的，请你给他一个解释。

形象思维

17. **循环图表**　将岩石循环的图表复制到纸上，选择下列词语填到相应的位置，完成图表：
    沉积物堆积　　火成岩剥蚀
    沉积岩形成　　火成岩形成
    火山岩喷发
    为图表加一个标题。



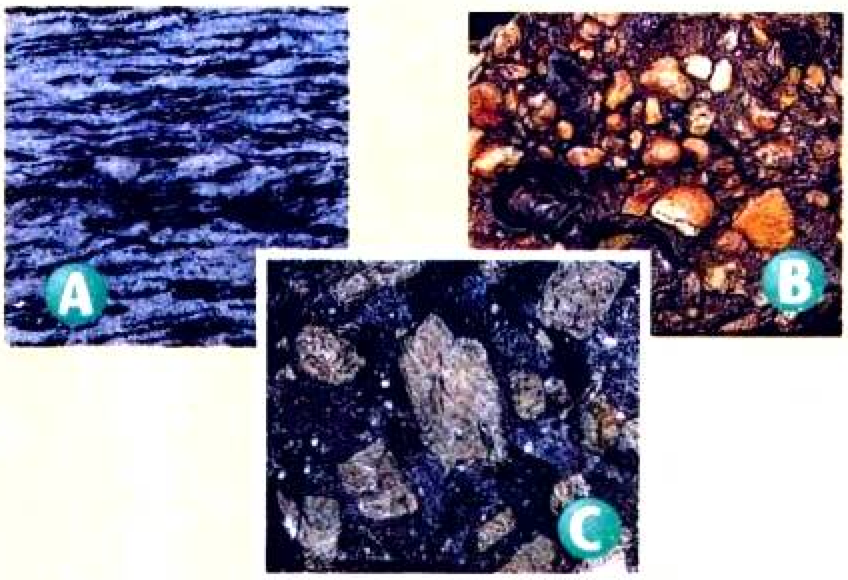
应用技能

观察下列三幅岩石照片，回答问题18~20。

18. 观察 如何描述每种岩石的结构？

19. 分类 哪块岩石属于变质岩？说明原因。

20. 推论 岩石的结构提供了岩石形成的线索。请推测岩石B的形成过程。



理性思维

21. 应用概念 沉积岩中的石灰岩和砂岩常被用作建筑材料，但它们比大理石和石英岩容易剥落，为什么？

22. 推论 当地质学家在探测岩石和矿物沉积时，偶然发现一个地区的岩石泥炭层和页岩成层排列。你认为数百万年前，当岩石形成时，该地可能是什么环境条件？

23. 比较与对比 碎屑岩和生物岩有什么相同之处？有什么区别？

24. 因果关系 岩石循环中，哪些步骤使火成岩、变质岩和沉积岩变成岩浆？说明原因。

学习评估

课题5 总结

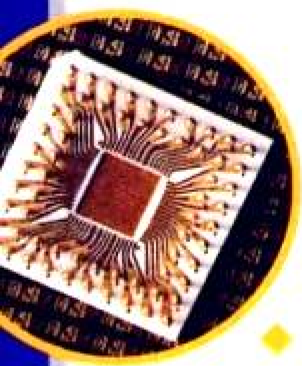
成果展示 设计一个小展览展示你收集的岩石样品，要求清楚地显示你对岩石样品的分类。在实验报告中，详细说明岩石样品的发现地和种类，特别详细描述这些样品中，最使你感到惊奇的样品。

思考与记录 在短途旅行中，采集岩石样品并作记录。是否有的岩石样品不太容易分类？它们属于三大类岩石吗？为什么有些岩石种类在你所居住的地区找不到？请给出理由。

实践活动

在学校 岩石通常被用于学校建筑物的建造。和你的老师、同学一起，在学校周围和校内观察哪些建筑物用岩石作为建筑材料，画出这些材料的图片，要求仔细描摹，以便区分岩石的种类并解释它们的起源。在海报上展示这些图片，以供学校其他同学参考。

地球上最高贵的金属——金



- 你可以在人们的手腕和耳朵上看到……
- 你可以在你的计算机中看到……
- 你可以在宴会的碟子边上看到……
- 你可以在外太空——卫星、宇航服上看到……

这种神奇的物质是什么？

它就是稀有的、美丽的、并且用途广泛的金属——

金

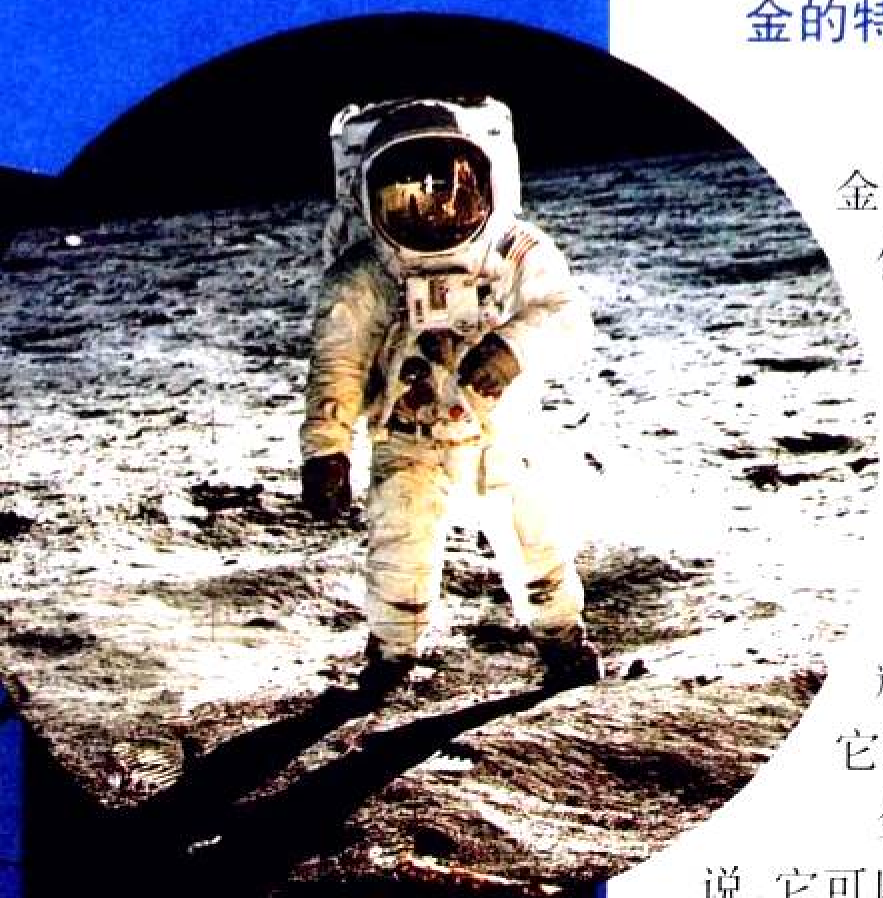
由于它的稀有和美丽，在古代人们就把金当作贵重物品。它非常昂贵，因此只用于制作统治者的王冠和用于贸易的货币。在一些国家，人们以佩戴金手镯和金项链来显示财富。

金的用途广泛，但非常稀少。从2.3万吨岩石和矿物中，只能提取大约14克金，只够用来做一枚小小的戒指。即使是最富有的金矿也只能产出少量的金子。事实上，假如把多年来开采出来的金子汇总并融化，只能铸成一个边长大约为15米的正方体——相当于一座四层楼房。



这个埋于地下的金面具是地中海东部的美圣尼人大约于公元前1550年雕刻的。

金的特性



为什么手镯、宇航头盔、药材等都需要用到金？从这种金属非同寻常的物理、化学性质中，你会得到答案。金是深黄色的，非常亮，或者说耀眼，因此它的拉丁名字是aurum，意思是“光辉的黎明”。金的化学元素符号Au就是从这个拉丁名演化来的。

金非常稳定，它不像铁，容易生锈，也不像银，在空气中会失去光泽，因此它能永葆光辉。古代化学家认为金比其他金属都优秀，把它定为“贵族”金属之一。

金质地柔软，并且具有很好的延展性，也就是说，它可以弯曲或锤打成不同形状；并且不易碎裂，可以打成极薄的金叶。事实上，30克金可以捣制成一个小房间的地板那么大，还可以拉成8千米长的细丝。

古埃及、古希腊以及中国古代的人们都发现了开采金矿的方法，但在过去的6 000年中，金子绝大部分来自地球表面，通常来自小溪和河滩。金非常重，是密度最大的金属之一。山中溪流年复一年地冲打着含金的岩脉和矿石，冲走了较轻的泥土和卵石，金却在河床中沉积下来。

金能反射热，金和其他物质合成时，能过滤阳光，因此，金被用来制作宇航服和头盔。图中的宇航员戴着镀金面罩。为了隔热和保护人们的眼睛，一些摩天大楼的玻璃窗也镀上金。

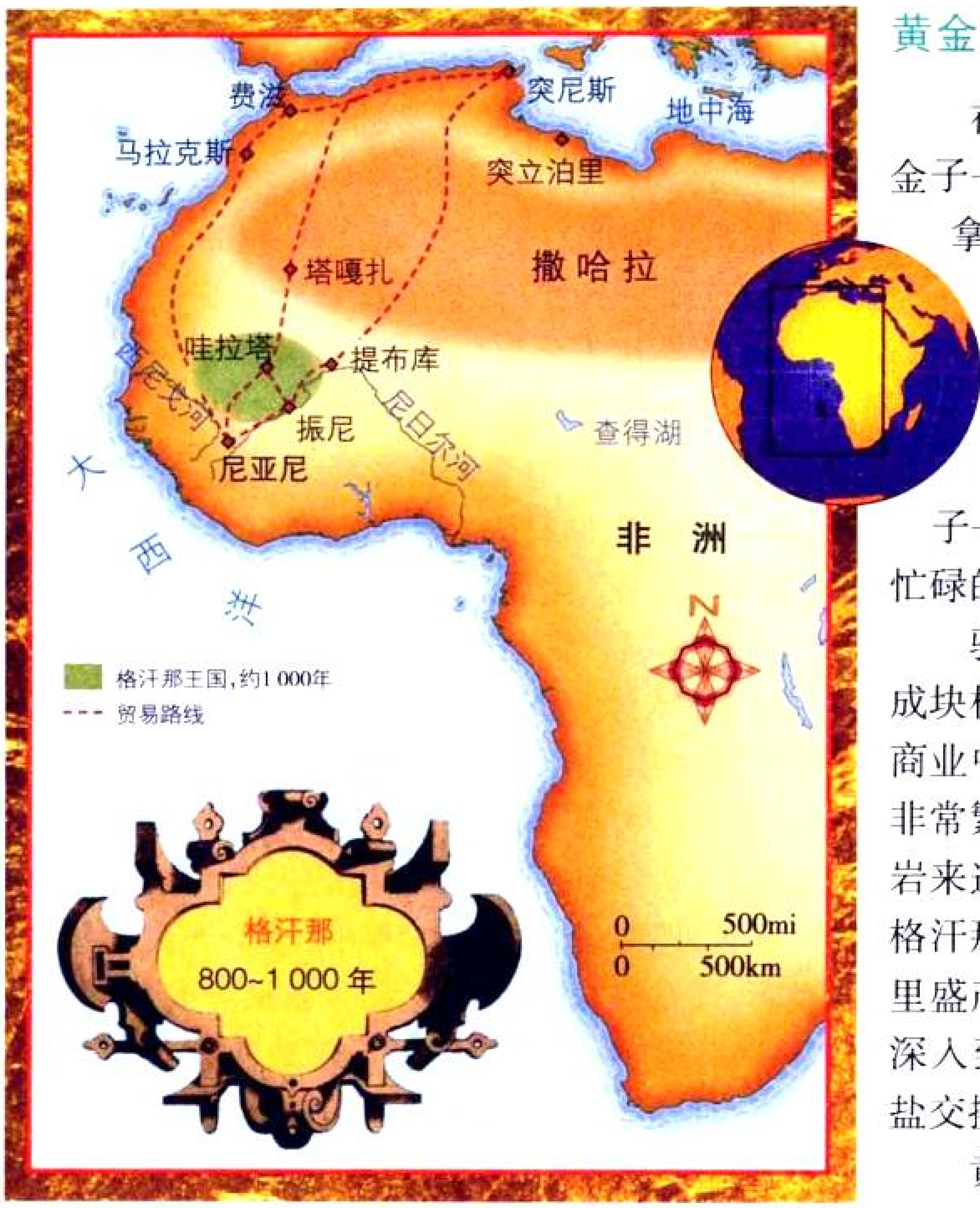


实践活动

在1849年的淘金热中，大量的淘金者涌到加利福尼亚，在河流中寻找金子。虽然他们的装备十分简单——只是用淘盘在流水中冲洗含金的砾石，但因为这里的金子非常富集，淘金者真的淘到了金子。试一试你的淘金计划。

步骤 准备一个大盘子，一些砾石，以及“模拟金子”——大密度的物质。在水流中摇晃和转动盘子，直到轻的矿物被冲走，留下你的“金子”。

◆ 为什么“金子”能留在盘中，而其他物质却被冲走了？



黄金贸易线

在1 000年前的西非，据说盐和金子一样贵。当你在超市的货架上拿盐的时候，也许你没有想到这种矿物对人体有多重要。但假如你生活在一个非常炎热、干旱的地方，你就会体会到盐的重要性，它的价值就跟金子一样宝贵。在西非，盐和金子是忙碌的南北交易中最重要的商品。

骆驼商队带着从沙漠中开采的成块板盐，穿过沙漠到达南部。一些商业中心，如振尼和提布库，在当时非常繁荣。在塔嘎扎周围，人们用盐岩来造房子，而在几百千米以南的格汗那王国，盐却非常缺乏，不过这里盛产黄金。因此盐商从北部一直深入到格汗那王国的森林地带，用盐交换黄金。

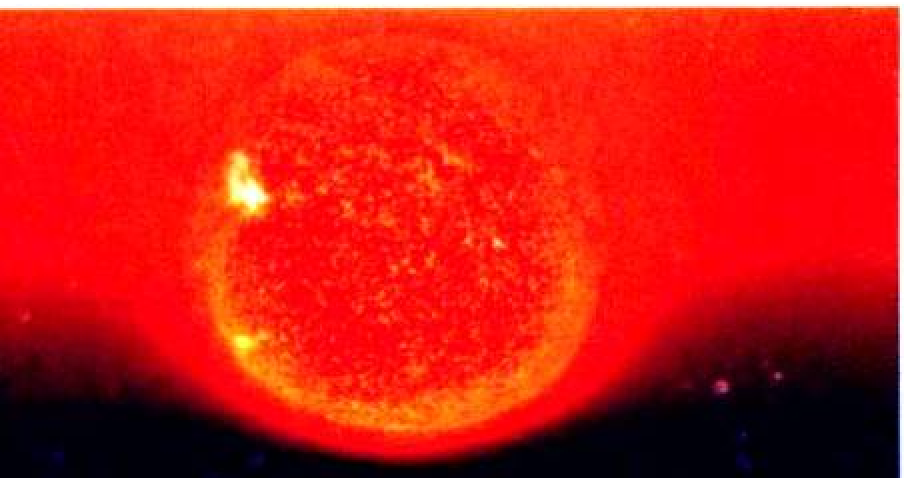
黄金是800~1 400年间，西非几个贸易帝国富强的基础。当时，欧洲制造王冠、金币和珠宝的黄金大部分都来自非洲。

1 100年左右，非洲的阿拉伯商人将格汗那王国惊人的财富写成游记，最广为流传的一个故事是盐商和金矿开采者之间的交易。盐商和金矿开采者从来不碰头，以保全金矿的秘密。从北面来的盐商在一个商议好的交易点留下盐块，击鼓以示交易，然后离开。从南面来的采矿者留下同等价值的黄金后也离开。而后盐商再返回交易点来拿黄金。如果盐商认为交易公平，那么他们拿了黄金立即离开；否则，这种无声的贸易将继续进行。

社会实践

怎样成功扮演金矿开采者或盐商？试一试当年的“无声贸易”。假设你是盐商队或采金队中的一员，在交易之前，两队先商议好一袋金子或一块盐的价值，然后在各次无声交易中，设想怎样改变金子或食盐的价格，例如“欧洲的黄金需求增加”。

◆ 假如你在卖一件产品，试问产品的供应量对它的价值或出售价格有什么影响？



财富之诗

我有一只金球，
一只大而耀眼的金球，
纯粹的金子；
并且整个都属于我
——那就是太阳。

我有一只银球，
一只洁白、闪亮的银球，
它被人们称为月亮；
——那就是我！

那镶嵌在我柔软的
蓝色垫子上的宝石，
是我的星星，
密密地，密密地，
——散布在天空。

那所有闪闪亮亮的，
属于我，
也属于你，
让我们把财富锁在门外！
——佛罗伦萨语录



淘金去

以下这些谚语中都提到了什么？

- 金玉良言。
- 沉默是金，雄辩是银。
- 发光的不一定是金子。
- 淘金去！

这些谚语都把金子作为完美或有价值的象征。因为金子的美丽和稀少，几个世纪以来，它一直是人们所追求的财富和高贵的象征。当作家写到“金子”或“金子般的”时候，他们往往指吸引人的、有价值的、或美丽的东西。

在文学作品中，作家和诗人经常用金子作明喻或隐喻。明喻和隐喻是一种语言技巧。

- 明喻指用“像”字来对比两样事物。例如“诚实人的承诺像金子一样牢靠”。
- 隐喻是不用“像”字的比喻。例如“患难中的真朋友是金”。

请找一找佛罗伦萨语录中的明喻和隐喻。

- 语录里用了哪些明喻或隐喻？
- 假如没有比喻，这首诗会怎样？

语言艺术实践

你认为金子能象征什么？想一些以金子作为明喻或暗喻的比喻，记下来，然后选一个或多个比喻写一句谚语、一句格言或一首短诗。

- 比喻怎样使你的谚语或诗歌更吸引人？

计量黄金

人们经常说一些东西"像金子一样重"。怎样计量金子的质量呢?目前大部分金子都用来做成首饰,但制作首饰的金子很少用纯金,因为金的质地太软了,它通常和其他一种或多种金属合成合金。

人们通常用铜和金制成合金,当然也用银、锌或其他金属。合金不但保留了金子的大部分性质,而且变得质地更坚硬、耐撞、耐磨。加入不同金属的合金呈现出不同的颜色:加铜生成"红金","白金"是由金和铜、镍、钯或银合成的。



假设你看中两只金戒指，它们外观相同，尺寸也相同，你决定买哪一只?如果你仔细看戒指后面,你会发现戒指上刻着一些小字，如"18K""20K""14K"或"12K"。"K"即"开"，是衡量合金中金子含量的单位。足金是24K,比较少见;12K是指含金量是50%,即$\frac{12}{24}$。含金量越高,K值就越大。





上图列出了各个金戒指的含金量。若18K的戒指中含有铜。请问该戒指含金百分之几？含铜百分之几？

分析：我们知道，足金是$\frac{24}{24}$，即100%。要计算18K戒指的含金量，先写出一个比例式。

比例式：$\frac{\text{戒指中金的含量}}{\text{足金含量}} \begin{matrix} \longrightarrow 18 \\ \longrightarrow 24 \end{matrix}$

简化比例式并求解：

$$\frac{18}{24}=\frac{3}{4}=75\%。$$

思考：如果戒指中金的含量是75%，那么铜一定占25%。

数学练习

计算图中其他戒指的含金量。

- 14K 戒指的含金量是多少？另外一种金属的含量是多少？小数位四舍五入。
- 12K 戒指的含金量是多少？20K 戒指的含金量是多少？
- 你想买 12K 的戒指还是 20K 的戒指？为什么？
- 图中哪一只戒指可能是最贵的？

综合能力

黄金出产国

1. 南非
2. 美国
3. 澳大利亚
4. 加拿大
5. 俄罗斯
6. 中国

寻找黄金

与几位同学组成一组，绘制一张世界黄金分布地图。利用上面的资料，也可去图书馆查询有关黄金出产国的资料。

在一张世界地图上，用图钉标注黄金产地，并标注美国和加拿大最大的黄金出产地所在的州和省。整理资料，回答下列问题：

- 各个国家的黄金产地在哪里？
- 这些地方是什么时候最先发现黄金的？
- 那里的历史上曾出现过淘金热吗？

如果可能，收集各国黄金产品的图片，把你的图片和资料附在世界黄金分布地图旁边。

像科学家那样思考

也许你没有意识到，其实你每天都在像科学家那样思考。当你提出一个问题，并去寻找各种可能的答案时，会用到许多科学家们也在使用的技能。下面就来介绍其中的一些技能。

观 察

当你用一种或多种感官去搜集有关这个世界的信息时，就是在**观察(observe)**。聆听狗的叫声，数十二颗绿色的种子，或是闻飘来的气味都是在进行观察。科学家们为了提高他们感官的灵敏度，有时还需要使用一些辅助工具，比如显微镜、望远镜等，使观察更为详尽。

观察必须真实和准确，即必须如实反映所感知的事物。在探索科学时很重要的一点，就是要把观察到的内容仔细地记录在笔记本上，可以通过文字描述或者绘图等多种形式。通过观察得到的信息称为证据，或者说是数据。

推 理

当你对观察到的现象做出解释时，就是在进行**推理(infer)**，或者说做出推论。例如，当听到你家的狗在“汪汪”直叫时，你可能会推想有人正在你家门外。要做出这个推论，你需要把现象——狗叫声——以往的经验知识，即当有陌生人接近时狗往往会叫——结合起来。只有这样，才能得出符合逻辑的结论。

要注意，推论不一定就是事实！它只是对现象的多种可能解释中的一种。比如你的狗也可能因为想出去散步而直叫。哪怕是根据正确观察和逻辑推理而做出的推论，最后仍然可能会发现它是错的。要证明推论正确，惟一方法就是再进行进一步的调查。

预 测

气象预报会对第二天的天气做出许多预测——温度将会是几度、是否会下雨、风力有几级。预报员用观察和关于气象变化的知识来预测天气。这种**预测(predication)**技能实际上是根据现有证据和既往经验对将来的事件做出推论。

由于预测是推论的一种，所以它也有可能会出错。在上科学课时，你可以通过实验来检验预测的正确性。例如，假定你预测大的纸飞机能比小的飞得更快，那么该怎样来检验你的预测呢？



活 动 看这张照片，回答下列问题。

观察 仔细看照片，然后列出至少三条观察到的信息。

推理 通过观察，对所发生的事情作一推论。你是用了什么经验或者知识来做出这一推论的？

预测 预测接下来会发生什么。你的预测是基于什么证据或者经验的？

分 类

你能想像在一个排列无序的图书馆里寻找一本书是怎样一种情形？恐怕你一整天时间都得花在找书上了。幸运的是，图书管理员会把相同主题或者同一个作者的书归类到一起。把某些特征相似的物体归类到一起的方法称为**分类(classify)**。你可以根据大小、形状、用途和其他一些重要特征来进行分类。



活动 根据你所选择的一种特征，把照片中的这些水果分成两类。然后再选择另一种特征，把它们分为三类。

科学家们也像图书管理员一样，用分类的方法把信息或者事物有序地组织起来。对事物进行分门别类以后，它们互相之间的关系就变得清晰易懂了。



活动 这个学生在用模型来演示地球上的昼夜是怎样产生的。请问模型中的手电筒和网球分别代表什么？

建立模型

你是否曾经用过画图的方法来帮助别人理解你所说的意思?这样的图画就是一种模型。模型是用来显示复杂事物或过程的表现手段。如图画、图表、计算机图像等。**建立模型(making model)**能帮助人们理解他们无法直接观察到的事物。

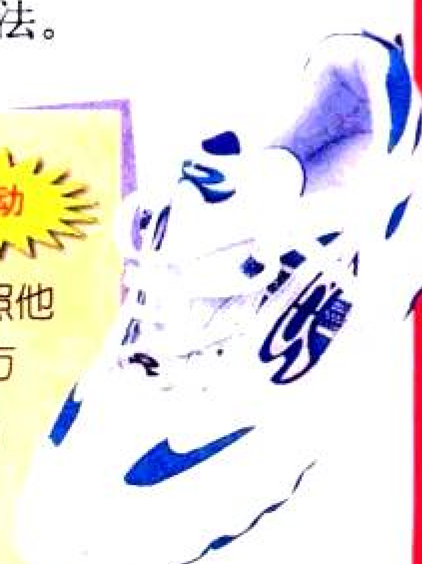
科学家们经常用模型来代表非常庞大或者极其微小的事物，比如太阳系中的行星、细胞的细微结构等。这些模型是物理模型——能直观反映真实物体形状的图画或三维结构。另外还有一些抽象模型——能描述事物活动规律的数学方程式或者描述性文字。

交 流

当你在打电话、写信或听老师讲课时，都是在进行交流。**交流(communicate)**就是与其他人交换看法、分享信息的过程。有效的交流需要许多技能，包括听说读写以及建立模型的能力。

科学家们通过交流来了解彼此的研究成果、信息和想法。他们经常通过科学期刊、电话、书信以及互联网络来交流他们的工作。他们还通过参加各种学术会议来交换看法。

活动 在一张纸上详细清楚地写下你系鞋带的各个步骤，然后与你的同学交换，再按照他写的步骤来系鞋带。你能按他的方法系好鞋带吗？如果要把步骤说明得更清楚些，你的搭档还应该再做哪些改动？



动手测量

当科学家们进行观察时，仅仅得出结论说某件东西“大”或者“重”是不够的。他们必须用工具来测量这个东西究竟有多大或多重。通过测量，科学家能把他们的观察结果表达得更为精确，在交流时就能给出更多的信息。

使用国际标准计量单位

全世界科学家通用的标准计量系统是**国际标准计量单位(International System of Units，简称 SI)**。SI 的单位使用方便，因为它们都是十进制的。每一个单位都是它下一级单位的十倍，同时也是上一级单位的十分之一。右表中列出了 SI 单位最常用的一些前缀。

SI 单位的常用前缀

前缀	符号	含义
kilo-(千)	k	1 000
hecto-(百)	h	100
deka-(十)	da	10
deci-(分)	d	0.1(十分之一)
centi-(厘)	c	0.01(百分之一)
milli-(毫)	m	0.001(千分之一)

长度 衡量长度或者两点间距离的单位是**米(meter，简写 m)**。1 米大约是从地板到门把手的距离。较长的距离(比如两个城市之间的距离)要用**千米(kilometer**，即公里，简写 **km)**来衡量。较短的距离则用**厘米(centimeter**，简写 **cm)**或**毫米(millimeter**，简写 **mm)**。科学家通常用米尺来测量长度。

常用换算

1km = 1 000m
1m = 100cm
1m = 1 000mm
1cm = 10mm

图中米尺上的长线表示厘米刻度，没有标数字的短线表示毫米刻度。这个贝壳有几厘米长？相当于几毫米？ **活动**

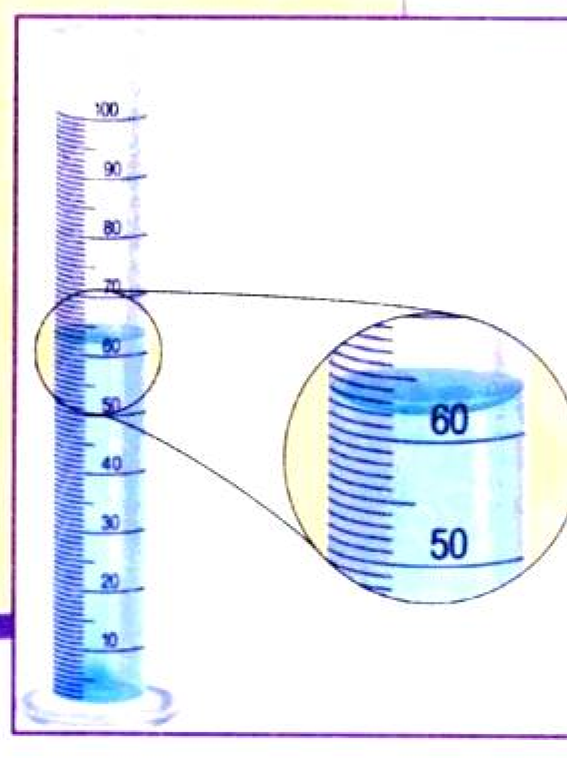


液体的体积 液体的体积，或者说液体所占空间的大小以升(liter，简写L)为单位。一升大概相当于一个中等盒装牛奶的大小。较小的体积往往以毫升(milliliter，简写 mL)为单位。科学家通常用带有刻度的量筒来测量液体的体积。

常用换算

1L = 1 000mL

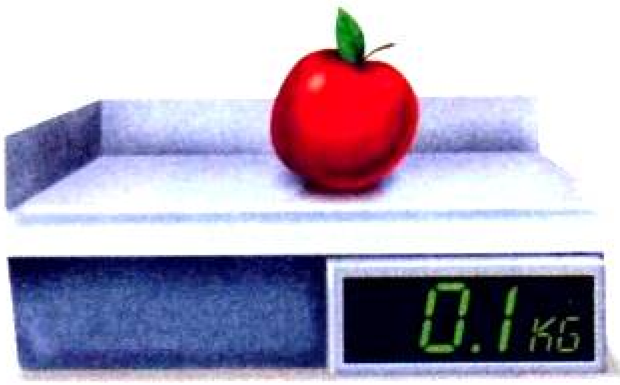
活动 图中的量筒以毫升为刻度。注意，量筒中的液面总会有一个弧度，因此又叫做凹面。测量体积时必须在凹面的最低点处读数。问这时量筒中水的体积是多少？



质量 测量质量(一个物体中物质的量),需要用到的单位是**克(gram**,简写**g)**。1克大约是一个回行针的质量。较大的质量要以**千克(kilogram**,简写**kg)**为单位。科学家通常用天平来测质量。

常用换算

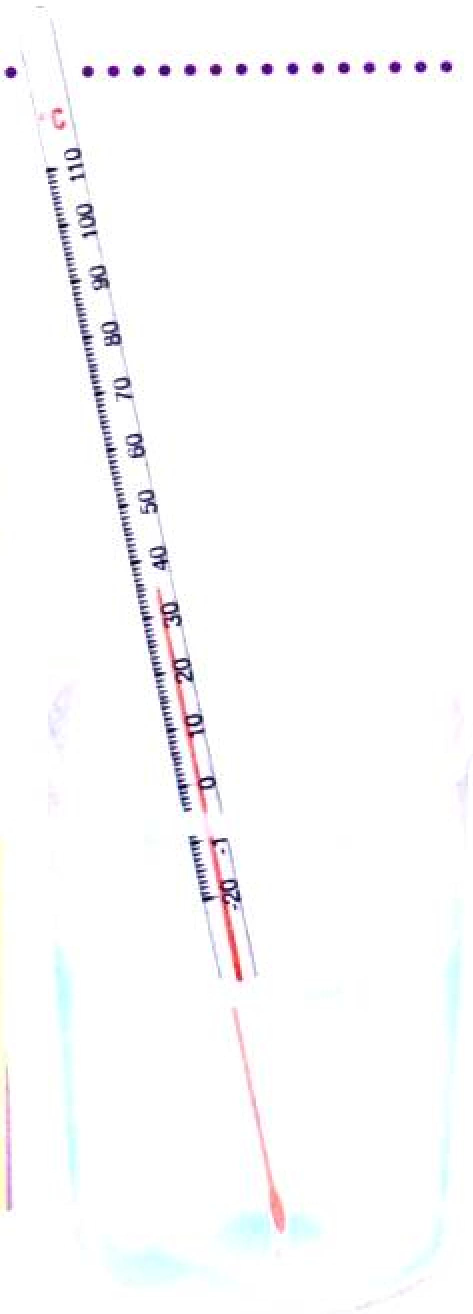
1kg = 1 000g



活动

图中测量苹果质量的电子天平的单位是千克。请问这个苹果的质量是多少?假设制作一种苹果酱需要一千克苹果,那你大约会需要几只苹果?

温度 测量物体的温度需要用到**摄氏度(Celsius-scale)**。用摄氏温度计来测量物体温度就可以得到以摄氏度(℃)为单位的数值。水在0℃结冰,在100℃沸腾。



活动

图中液体的温度是几摄氏度?

SI单位的换算

使用SI单位必须懂得如何进行单位之间的换算,这需要用到**计算(calculating)**的技能。SI单位的换算与人民币元角分之间的换算是相似的,它们都以十进制为基础。

假设你要把80厘米换算成米,可以按照以下步骤进行换算。

1. 先写下要换算的测量数据——在本例中是80厘米。

2. 然后写出换算系数,代表要换算的两个单位之间的关系。在本例中,关系式为1米=100厘米。将换算系数用分式来表示,注意把要转换的单位(在本例中为厘米)写在分母上。

3. 把要换算的测量数据与这个分式相乘。这样,原来数据的单位就与分母上的单位相消。其结果的单位就变成你想要换算成的单位了(本例中为米)。

例

80厘米 = __?__米

$$80\text{厘米} \times \frac{1\text{米}}{100\text{厘米}} = \frac{80\text{米}}{100} = 0.8\text{米}$$

活动

换算下列单位

1. 600毫米 = __?__米
2. 0.35升 = __?__毫升
3. 1 050克 = __?__千克

科学研究

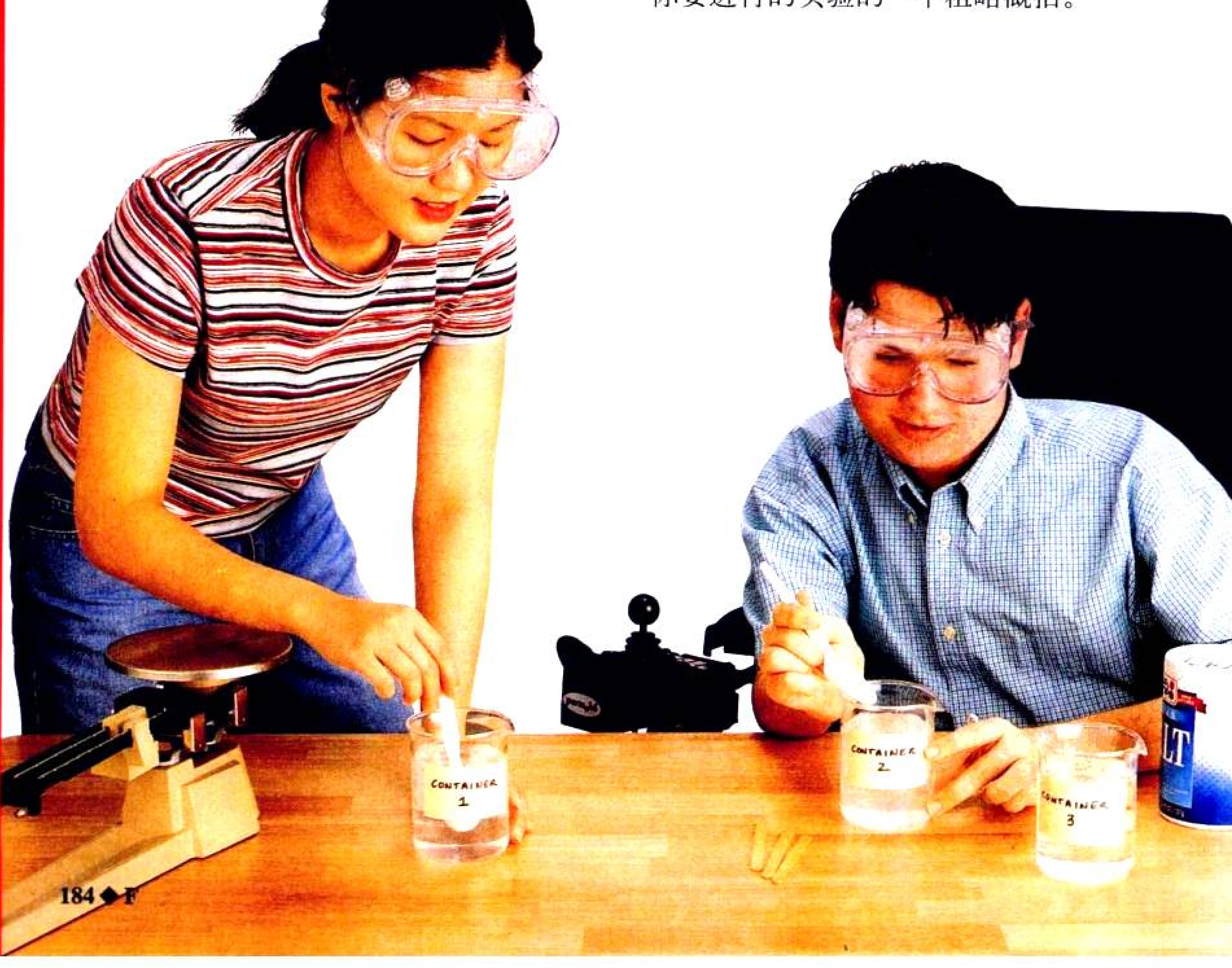
从某种角度来说，科学家们就像侦探一样，把各种线索拼凑起来弄清事情的来龙去脉。他们收集线索的途径之一就是开展科学实验。实验能够审慎、有序地检验科学家的想法。虽然并不是所有的实验都遵循相同的步骤和顺序，但其基本模式大多与下列所描述的相近。

提出问题

实验是从提出一个科学问题开始的。科学问题是指能够通过收集数据而回答的问题。例如，“纯水和盐水哪一个结冰更快？”就是一个科学问题，因为你可以通过实验收集信息并给予解答。

提出假设

第二步是提出一个假设。假设是对实验结果的预测。和所有的预测一样，假设是建立在观察和以往的知识经验上的。但与许多预测不同的是，假设必须能够被检验。严格的假设应该采用“如果……，那么……”的句式。例如，“如果把盐加入纯水中，那么这水会需要更长的时间才能结冰”就是一个假设。这样的假设其实就是对你要进行的实验的一个粗略概括。



实验设计

接下来需要设计一个实验来检验你的假设。在计划中应该写明详细的实验步骤，以及在实验中要进行哪些观察和测量。

设计实验时涉及到两个很重要的步骤，就是控制变量和给出可操作定义。

控制变量 在一个设计良好的实验中，除了要观察的变量以外，其余变量都应始终保持相同。**变量(variable)**是指实验中可以变化的因子。其中人为改变的因子称为自变量又称**调节变量(manipulated variable)**。在这个实验中，往水里加盐的量就是调节变量。而其他的因子，比如水的量、起始的温度，都应保持不变。

随着调节变量变化而变化的因子称为**应变量(responding variable)**。应变量是为了得到实验结果而需要观察或测量的指标。这个实验中应变量就是水结冰所需要的时间。

除了一个因素以外，其余因素都保持不变的实验叫做**对照实验(controlled experiement)**。绝大多数对照实验都要设立对照，本实验中的容器3就是对照。由于容器3中的水没有加盐，因此就可以拿另外两个容器的结果和它作比较。两者结果之间的差别，都可以归结为是加入了盐的缘故。

操作性定义 设计实验的另一个重要方面就是要有清楚的操作性的定义。**操作性定义(operational definition)**是指一个说清楚某个变量该如何进行测量，或者某个术语该如何定义的陈述。例如本实验中，如何来确定水是否结冰呢？你可以在实验开始前向每个容器中插入一根搅拌棒。对于“结冰”的操作性定义就是搅拌棒不能再移动的时候。

实验步骤

1. 在三个相同的容器中分别加人300毫升冷自来水。
2. 容器1中加人10克盐，充分搅拌；容器2中加人20克盐，充分搅拌；容器3中不加盐。
3. 把三个容器同时放人冰箱。
4. 每隔15分钟检查一下容器，并记录你的观察结果。

分析数据

实验中得到的观察和测量结果称为数据。实验结束时要对数据进行分析，看看是否存在什么规律或趋势。如果能把数据整理成表格或者图表，常常能更清楚地看出它们的规律。然后要思考这些数据说明了什么。它们能不能支持你的假设？它们是否指出了你的实验中存在的缺陷？是否需要收集更多的数据？

得出结论

结论就是对实验研究发现的总结。在下结论的时候，你要确定收集的数据是否支持原先的假设。通常需要重复好几次实验才能得出最后的结论。但得出的结论往往会使你发现新的问题，并设计新的实验来寻求答案。

活动

球反弹的高度是不是会受它落下的高度的影响？请按上述所说的步骤，设计一个对照实验来研究这个问题。

理性思维

你的朋友是否曾经就某个问题来征求你的意见？如果是的话，你也许已经通过逻辑的方式来帮助他理解问题了。也许你自己并没有意识到，你这样做其实就是在用理性思维的技能在帮助朋友。理性思维是指在解决问题和做出判断时使用推理和逻辑。下面就来谈谈一些理性思维的技巧。

比较与对比

当你想要寻找两件事物的相同和不同之处时，就需要用到**比较(compare)**与**对比(contrast)**的技能。比较是指找出相似性，即共同特征。对比是指找出不同点。用这种方法来分析事物能帮助你发现一些平时容易忽略的细节。



活动 将照片中的两只动物进行比较与对比。先列出你观察到的所有相似之处，再列出所有不同之处。

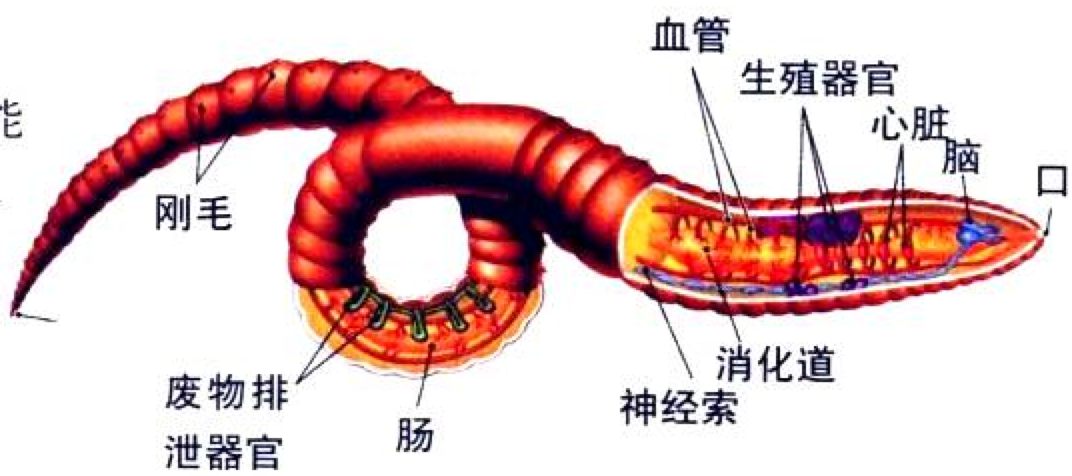
应用概念

应用概念(applying concept)技能就是要用有关某一情况的知识来理解另一种相似的情况。如果你能把原来的知识活用到另一种情况，这表明你已经真正理解了这个概念。在考试时，即使题目和原来课堂上讲的不完全一样，你也可以用这个技巧来应对自如。

活动 前面刚刚学过，如果把其他物质掺入水中，结冰就会需要更长的时间。请用这个原理来解释，为什么冬天人们要把一种称为“抗冻剂”的物质加入汽车散热器里。

理解图表

教科书中的图表、照片和地图能帮助你理解课文。这些插图形象地显示了某些过程、位置或者想法。**理解图表(interpreting illustration)**技能可以帮助你从这些视觉元素中学到知识。要理解一张插图，必须多花一些时间仔细看插图和附带的所有文字信息。插图的说明含有图中的重要概念。图注指出了图中的关键部分。而图例则说明了图中各种符号的含义。



▲ 蚯蚓的内部解剖结构

活动 仔细研究上图，然后写一段话来描述你从图中得到的信息。

因果推断

如果一个事件能导致另一个事件发生，那么就说这两者之间存在因果关系。**因果推断(relating cause and effect)**技能就是要判断两个事件之间是否存在因果关系。例如，如果你发现皮肤上起了一个红肿块并且发痒，你就可能推理出这是被蚊子叮咬的。蚊子叮咬是因，肿块是果。

但是有一点很重要——不能光凭两个事件一起发生，就判断它们之间存在因果关系。科学家会通过实验或者根据以往的经验，来判断因果关系是否存在。

活动

在野营时，你的手电筒突然不亮了。试列出手电筒失灵可能的原因。你怎样来判断是什么原因导致手电筒不亮的?

归纳

归纳(making generalization)是指根据局部信息来推断总体信息的技能。要做出正确的归纳，从总体中选出的样本就必须足够大而且具有代表性。你在买葡萄时就可以试着使用归纳技能。先拿几颗葡萄来尝一尝，如果都很甜，就能归纳出所有的葡萄都是甜的——这时就可以放心地买上一大串了。

活动

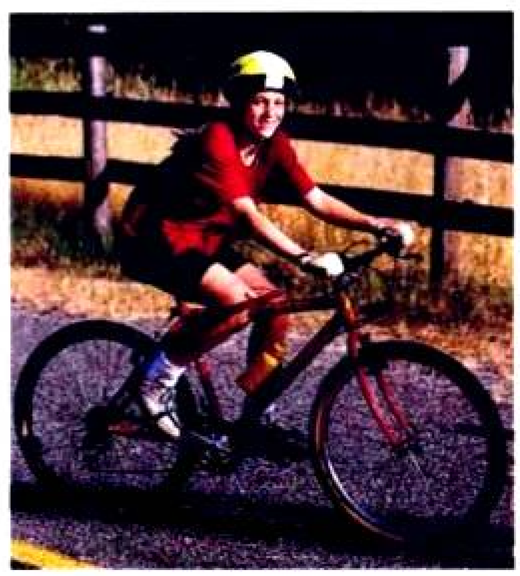
有一组科学家要判断某个大水库里的水是否可以安全饮用。这时可以应用归纳法吗？他们应该做些什么?

做出判断

做出判断(making judgment)就是评估某件事情的好坏对错的技能。例如，在你决定吃健康食品或在公园里捡起一张废纸时，就用到了判断。做出判断前，需要全面地考虑到事情的正面与反面，并明确自己持有什么样的价值观和标准。

活动

你认为儿童或青少年骑自行车时是否应该带头盔?为什么?



解决问题

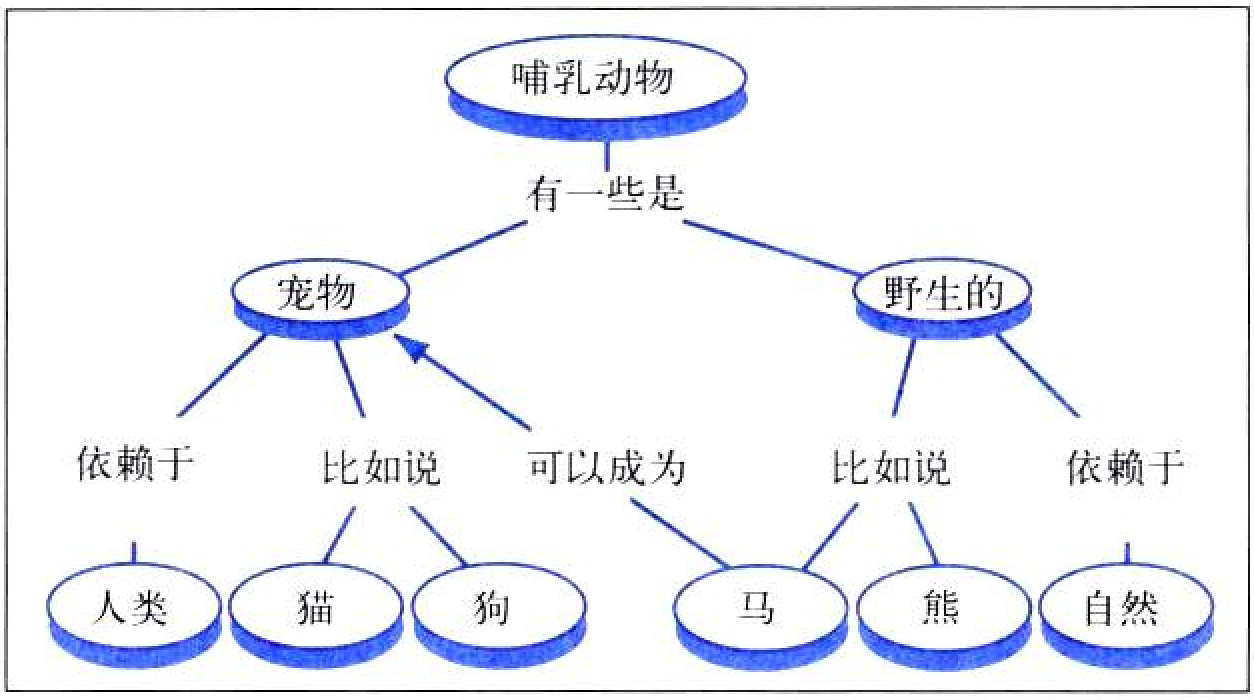
解决问题(problem solving)就是运用各种理性思维的技巧来解决事情或决定行动的技能。有一些问题简单而直接，比如把分数转化为小数。另一些问题更为复杂，比如弄清计算机为什么不能正常运行。解决某些问题可以用尝试法，即先尝试一种解决方案，如果不行，再试另一种。还有一些有用的解决策略，包括建立模型、和同伴一起商讨可行的办法等。

信息处理

在读这本书时，你怎么能够清楚地了解其中包含的全部信息呢？下面就介绍一些处理信息的实用工具。这是一些图表，它们能使你对某个主题产生一个形象的概念，并明了其中一些重要概念之间的关系。

概念图

概念图在对一些概念较多的主题进行整理时是十分有用的。它从总的概念出发，逐步展开，显示出大概念是如何被分解成一个个小概念的。这样整理之后，各个概念之间的关系就更清晰易懂了。



概念图是由写在圆圈中的概念(通常是名词)和连接它们的联系词构成的。最具概括性的概念常常位于图的顶端，越往下，概念的范围就越小。写在两个圆圈连线上的连接词通常用来描述两者之间的关系。一般要求在从上向下把概念——连接词——概念连起来时，读上去应该就像一句句子。

有些概念图还会用连接词来连接位于不同分支上的两个概念。这称为交叉连接。交叉连接显示了概念之间更为复杂的内在联系。

比较／对比表

比较／对比表是比较两种以上事物的异同点时很有用的工具。它能提供一个有序的框架，根据你所需要了解的特性对事物进行比较。

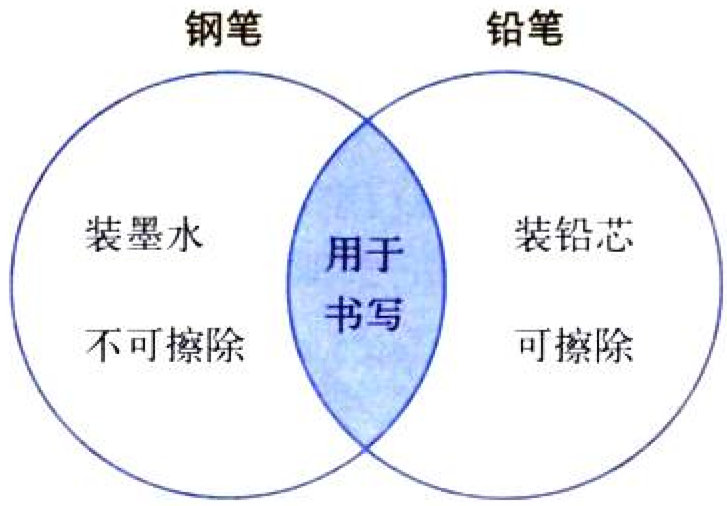
建立比较／对比表时，首先把要比较的事物列在表格的顶端。然后，把作比较所依据的特性列在左侧的一栏中。最后，把每件事物关于各个特性的信息填入相应的格子里。

特　性	棒　球	篮　球
队员人数	9	5
场地	棒球场(正方形)	篮球场(长方形)
设施装备	球棒，棒球，棒球手套	篮球架，篮球

维恩图

维恩图是另一种用于显示事物异同点的方法。它由两个或两个以上互相部分重合的圆组成。每一个圆代表一个特定的概念或观点。概念之间的共同特征(相似点)写在两个圆重叠的区域内，独有的特征(不同点)则写在相应圆中重叠区域以外的部分。

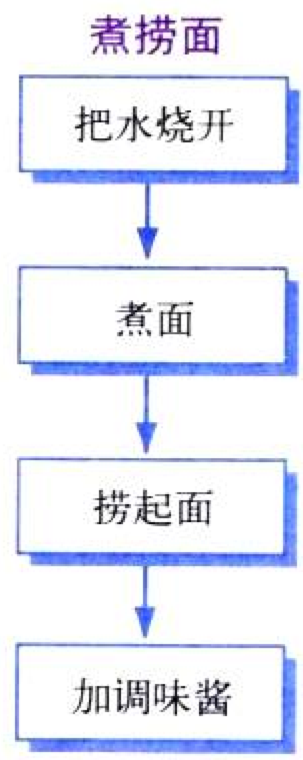
建立维恩图时，首先画两个部分重合的圆。在每一个圆的上方注明它代表的事物。独有的特征写在重叠区以外，而共同的特征写在重叠区内。



流程图

流程图能够帮助你理解某组事件是按照怎样的顺序发生的。它能有效地概括出某一过程的各个阶段，或某一程序的各个步骤。

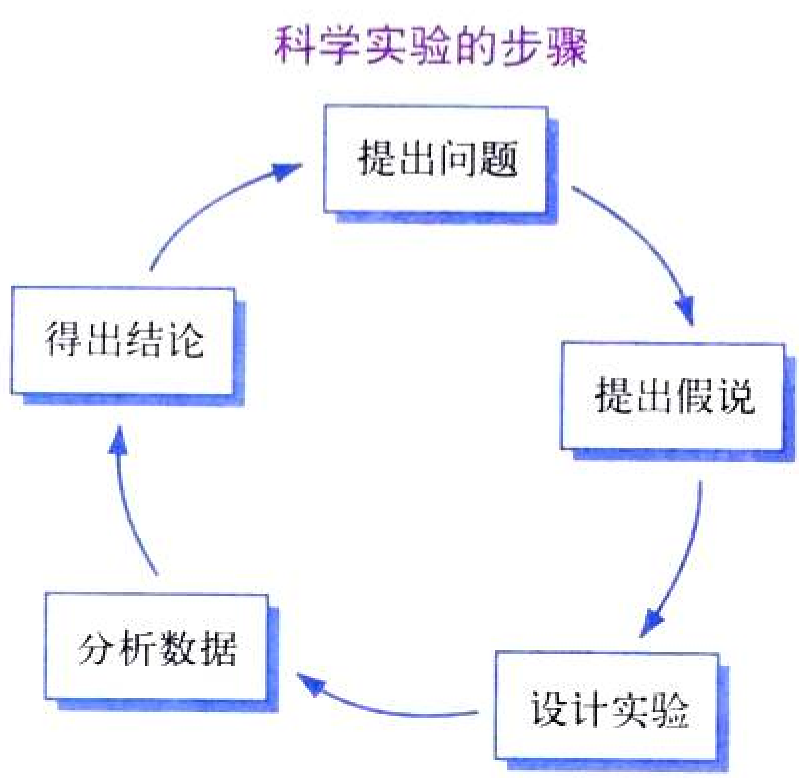
建立流程图时，首先把每个事件简要地写在方框中。然后把最先发生的事件排在最上方，第二发生的事件排在其次，依此类推。最后，把各个事件依次用箭头连接起来。



循环图

循环图用来表示一系列连续循环发生的事件。连续就是指没有终点，因为当最后一个事件结束时，第一个事件又重新开始了。就像流程图一样，循环图也能帮你理解事件的先后顺序。

建立循环图时，首先把每个事件简要地写在方框中。把一个事件排在纸顶部的中间。然后，沿着一个假想圆圈的顺时针方向，按时间顺序依次排列各个事件。最后，把事件依次用箭头连起来形成一个连续的圆圈。



绘制图表

怎样才能使科学实验得到的数据变得有用？第一步就是要对数据进行整理，以便更好地理解它们的含义。图表就是这样一种有用的整理数据的工具。

记录表

在实验准备中，除了要收集好所需的材料以外，还必须设计好用什么方式来记录实验中将会发生的事情。创建一张记录表能帮助你有序地记录观察和测量结果。

例如，某位科学家要进行一项实验，来了解不同体重的人在做各种活动时会消耗多少热量。右边这张记录表就记录了他的结果。

注意在这张记录表中，第一列是调节变量(体重)，第二列至第四列分别是实验1到实验3的应变量(对于实验1，就是骑自行车时消耗的热量)。

30分钟活动所消耗的热量(单位：焦)

体重／千克	实验1：骑自行车	实验2：打篮球	实验3：看电视
30	252	504	88
40	323	689	113
50	399	865	139
60	479	1 042	160

柱形图

比较一个人在做不同活动时所消耗的热量差异可以用柱形图。柱形图用于显示一组不同项目的数据。在这个例子中，骑自行车、打篮球和看电视就是三个独立的项目。

建立柱形图时应遵循以下步骤：

1. 在作图纸上画一条水平线(x轴)和一条垂直线(y轴)。

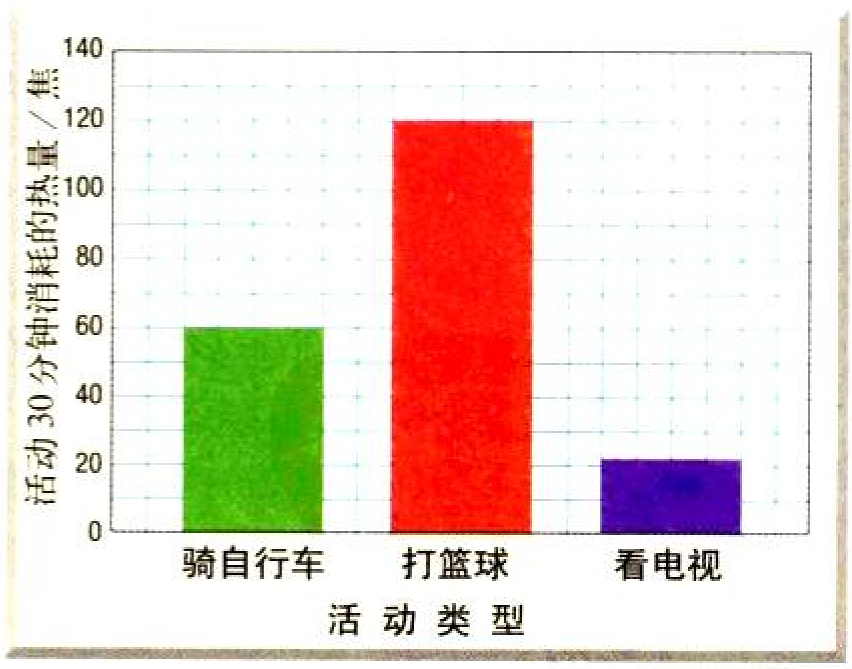
2. 沿x轴列出要作图的各个项目的名称，然后写上x轴的总称。

3. 给y轴写上应变量的名称，并注明单位。然后在y轴上标出刻度，注意单位数值的间距要相同，y轴数值范围要能包含所有的实验数据。

4. 给每一项画一个直条，以y轴上的刻度来决定所画直条的高度。例如，对骑自行车这项而言，就画一个和y轴上标有252焦刻度等高的直条。所有的直条宽度要相同，间距也要相等。

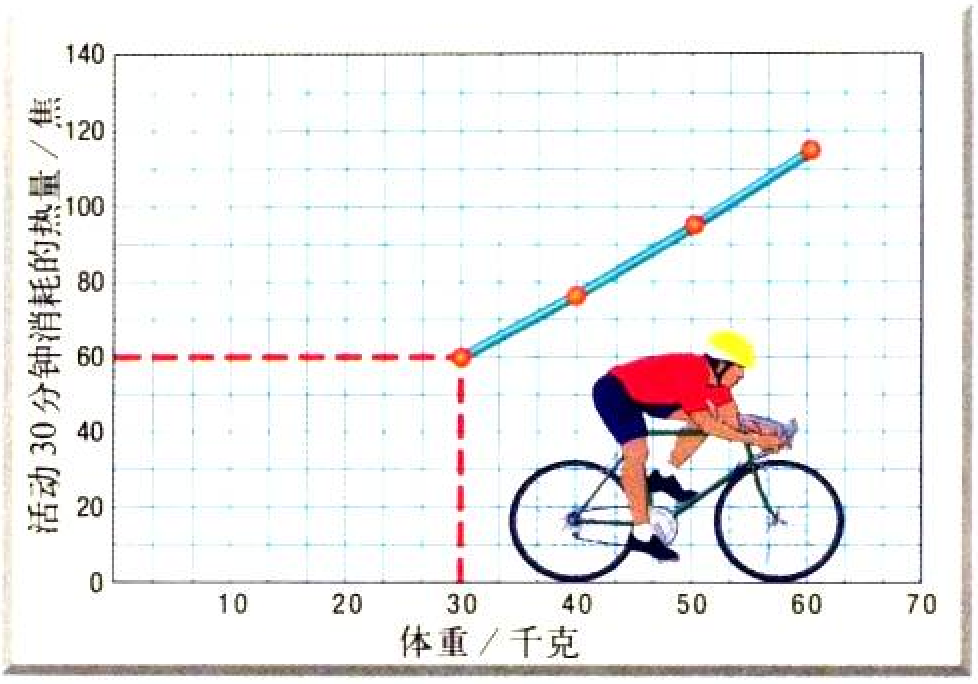
5. 最后给柱形图加上标题。

30千克体重的人做不同活动时所消耗的热量



折线图

体重对骑自行车时热量消耗的影响



你可以用折线图来分析骑车时体重和消耗热量之间是否存在着联系。折线图能用来显示某一变量(应变量)是如何随着另一变量(调节变量)而变化的。当调节变量是连续性数据时，才能用折线图。所谓连续性数据，就是除了你所测量的点以外还存在其他的点。比如体重就是连续性数据，因为在30千克和40千克之间还有其他的体重值(如31千克)。还有时间也是连续性数据。

折线图是一种十分有用的工具，因为它还能用来预测一些实验中没有测量的数值。例如，可以用这张折线图来估计出，35千克重的人骑车时会消耗286焦的热量。

建立折线图时应该遵循以下步骤：

1. 在方格纸上画一条水平线(x轴)和一条垂直线(y轴)。

2. 给x轴标上调节变量的名称，给y轴标上应变量的名称，并分别注明单位。

3. 然后在两条轴上分别标出刻度，注意单位数值的间距要相同，数值范围要能包含所有的实验数据。

4. 把每一个数据在图中所对应的点标出来。上图中的虚线显示出第一个数据点(30千克和252焦)的定位方法。首先经过水平轴上30千克那一点画一条假想的垂直线，再经过垂直轴上252焦那一点画一条假想的水平线。两条线的交点就是要找的数据点。

5. 用实线连结各个数据点。在某些情况下，可能需要画一条能反映数据的总趋势的直线，这条线应处于所有点的中间，使线上下方的点大致相同。

6. 最后给折线图加一个合适的标题，说明图中的变量及其关系。

活动

根据记录表中实验2、3的结果各画一张折线图。

活动

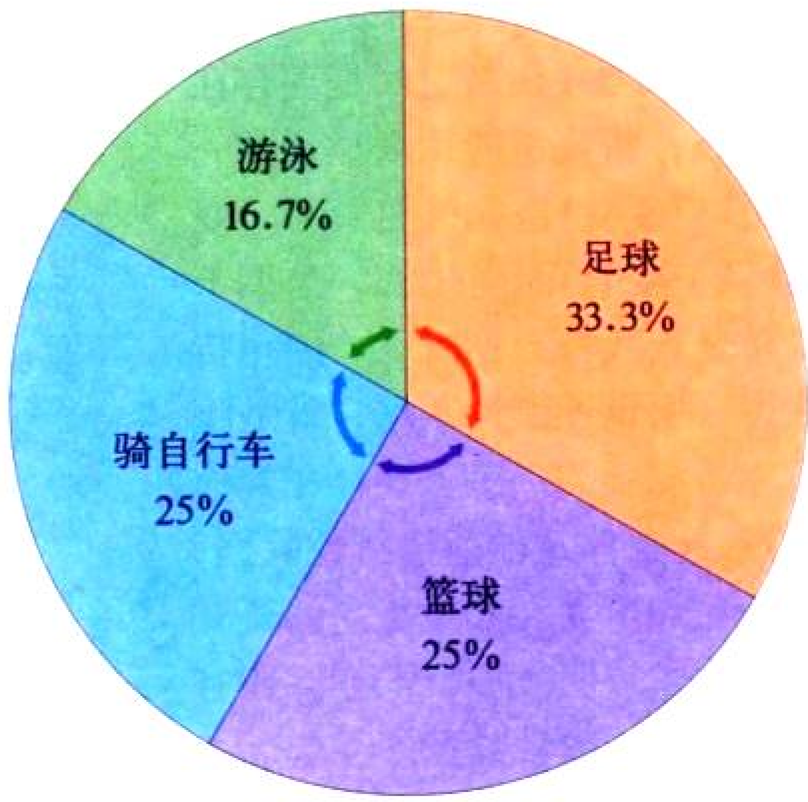
报纸上有这样的消息：本地区6月份的总降水量为4厘米，7月份为2.5厘米，8月份为1.5厘米。你认为该用哪种图表来显示这些数据？自己动手在作图纸上把它画出来。

扇形图

像柱形图一样，扇形图也用来表示一组不同项目的数据。但和柱形图不同的是，扇形图只在各个项目的数据总和等于某一整体时才能使用。扇形图有时候也被称为饼图，因为它看上去像一个分成若干小块的饼。圆圈代表了整体，而各个小块则代表不同的项目。每一块的大小能显示出这个项目在整体中所占的百分比。

下面的记录表显示了一次调查活动的统计结果。这次调研向24名青少年了解什么是他们最喜欢的运动，然后用得到的数据创建了右边的扇形图。

青少年喜爱的运动



最喜爱的运动

运动	人数
足球	8
篮球	6
骑自行车	6
游泳	4

制作扇形图时应该遵循以下步骤:

1. 用圆规画一个圆，并标出圆心。然后从圆心竖直向上到圆周画一条直线。

2. 用下面公式来计算每一块"饼"的圆心角度数x(注：一个圆的圆心角度数是360)。例如，要算出"足球"这一块的圆心角可以用以下公式:

$$\frac{\text{喜欢足球的学生数}}{\text{学生总数}} = \frac{x}{\text{整个圆的圆心角度数}}$$

$$\frac{8}{24} = \frac{x}{360}$$

用交叉相乘法解出x。

$$24x = 8 \times 360$$
$$x = 120$$

所以"足球"这一块的圆心角度是120度。

3. 以刚才画的线为角的一边，以圆心为角的顶点，用量角器量出第一块"饼"的角度。然后画出角的另一边。

4. 按照这一方法继续画出其他的几块饼，测量角度时都从上一块的边开始，这样可以避免各个小块互相重叠。最后完成扇形图时，整个圆都应该被填满。

5. 然后计算每一块占整体的百分比。计算时，把每一块的圆心角度数除以整个圆的圆心角度数(360)，再乘以100%，就得到你所要的百分数。例如"足球"这一块可以这样计算:

$$\frac{120}{360} \times 100\% = 33.3\%$$

6. 再给每一块涂上不同的颜色，并标出它所代表项目的名称和所占的百分比。

7. 最后给扇形图加上标题。

活动

假设一个班级有28个人，12人乘车上学，10人步行，另6人骑自行车。试创建一张扇形图来显示这些数据。

实验室安全守则

警示性符号

下面这些符号会向你警示实验室中的潜在危险，并提醒你要小心操作。

护目镜 在使用化学药品、燃烧或加热，或在一些有可能打碎玻璃器皿的实验中应该戴好护目镜来保护眼睛。

实验服 应该穿好实验服，以避免你的皮肤和衣物受到损伤。

易碎 表示你要用到某些易碎的物品，比如玻璃容器、试管、温度计或漏斗等。使用易碎物品时要格外小心，不要碰玻璃碎片。

隔热手套 表示要使用隔热手套或其他护手用具来拿取很烫的物体。热电炉、热玻璃器皿或者热水会导致烫伤。切勿直接用手触摸烫的物体。

加热 表示可以用夹子或钳子拿取玻璃器皿加热，切勿用手直接触摸。

锐器 尖头剪刀、解剖刀、小刀、针、别针以及大头针都属于尖锐物体，容易割破或刺伤皮肤。不要把它们的尖端或者刀刃朝向自己和他人。严格按照实验要求来使用锐器。

电击 表示要避免可能遭到电击的情况。不要在水旁使用电器，也不要在电器或者手潮湿时使用。确定电线已经正确连接，并且不会绊倒别人。电器不用时要断开它的电源。

腐蚀性化学药品 表示你将会用到酸或其他腐蚀性的化学药品。尽量避免让它溅到皮肤、衣服上，或者眼睛里。不要吸入挥发出的气体。实验完毕后要洗手。

有毒物品 不要让任何有毒的化学品接触到皮肤，也不要吸入它所挥发出的气体。实验完毕后要洗手。

身体安全 如果有些实验需要你做一些运动，注意避免伤害自己和他人。所有活动都要在老师的指导下进行。如果有任何理由使你无法参加此项活动，一定要向老师提出。

动物安全 在对活动物进行操作时，要尽量当心，避免伤害到动物或你自己。处理动物标本或动物脏器时也要小心，实验结束后要洗手。

植物安全 在实验室或野外处理植物时，要遵从老师的指导。如果你对某种植物过敏，那么在做相应的实验之前要告诉老师。避免接触那些有害的植物，如毒常春藤、毒橡树、毒漆树，以及带荆棘的植物。实验结束后要洗手。

燃烧 表示你可能会通过煤气灯、蜡烛或火柴来使用火。把头发束紧，整理好衣服，避免被烧到。听从老师的指导来点燃或熄灭火。

禁火 表示周围可能存在易燃物品，注意不要有任何明火以及敞开的加热源。

烟气 当实验中有可能产生有毒或者不良气体时，一定要在通风的环境下操作。避免直接吸入气体。只有当老师要求你闻某种气味时，才用招气入鼻法（用手把气体朝鼻子的方向扇）去闻。

废弃物处理 实验中用到的化学品和其他实验材料在废弃前要经过安全处理。根据老师的要求把它们放到指定位置。

洗手 结束实验后，要用抗菌肥皂彻底洗手，包括手背和手指间，最后用温水冲洗干净。

常用安全提醒 你以前可能看到过这个符号，它的意思是提醒注意，应该按符号后面的要求去做。

在本书中，当要求你设计实验时，也常出现这个符号，这是要你必须先征得老师同意后，才能进行实验。

实验室安全守则

为了帮助你了解如何在实验室中安全地进行实验操作，请阅读下列安全规定。要反复仔细地阅读这些规定，直到确信自己已完全理解并能遵守为止。如果有不懂的地方，可以请教老师。

穿着规定

1. 当使用化学物品、煤气灯、玻璃器皿或者其他可能伤害眼睛的物体时，一定要戴上护目镜保护眼睛。如果你戴了隐性眼镜，要向老师说明。
2. 当使用腐蚀性化学药品或者会染色的试剂时，要穿上实验用围裙或外套。
3. 把长发扎在脑后，避免碰到化学品、火焰或仪器。
4. 如果衣服的饰件或者首饰太长，垂下来时会碰到化学品、火焰或者仪器，请系紧或者摘除。把过长的衣袖卷起来，或用袖带固定。
5. 不能穿凉鞋或者拖鞋。

一般注意事项

6. 在开始实验以前，把步骤反复阅读几遍。注意遵守所有书面的和口头的提示。如果对实验的任何部分还有疑问，要向老师寻求帮助。
7. 不能未经老师分配任务或许可就开始进行实验。做自己设计的实验也要经过同意，在没有获得允许之前不准随意使用任何仪器。
8. 没有老师监督时不准进行任何实验。
9. 不准在实验室里吃东西或喝饮料。
10. 随时保持工作台的干净整洁。只能把笔记本、实验手册、实验记录本带进工作区，其他物品如钱包、背包都要放在指定地点。
11. 不得在实验室中喧闹。

急救

12. 在实验室中发生的事故或者伤害，不论多么小，都要向老师报告。如果发现着火要立即告诉老师。
13. 应学会处理发生的特殊意外。例如，酸溅入眼睛或弄到皮肤上时，应该立即用大量的水冲洗。
14. 要知道急救箱放置的地点，但是不要擅自使用。发生伤害时应该由老师来实施急救。老师也可以把你送到学校医务室，或者叫医生来。
15. 了解急救设施（如灭火器、灭火毯）的位置，并知道如何使用。
16. 熟悉最近的电话位置，并知道发生意外时该与谁联系。

加热及用火安全

17. 不要在未佩戴护目镜前使用蜡烛、酒精灯、电炉等热源。
18. 不要随便加热物体，因为常温下无害的化学品可能会在加热时造成危险（除老师要求外）。
19. 所有易燃物品都应该远离火源。在易燃的化学药品旁切勿使用明火。
20. 不要把手伸入火中。
21. 使用酒精灯前，确信你已经知道如何像老师示范的那样正确点燃和调节火焰。不要用手直接碰煤气灯，因为它可能很烫。在无人看管时必须熄灭酒精灯。
22. 加热时化学药品可能会从试管中溅出，所以用试管加热物质时，试管口切勿朝向自己或他人。
23. 不要给密闭容器内的液体加热，因为急速膨胀的气体可能会使容器爆炸。
24. 取下一个加热过的容器前，可以先用手背凑近它，试试温度。如果手背感到灼热，说明容器还太烫，因此不能直接用手拿。这时可以戴隔热手套来拿。

化学药品的使用安全

25. 千万不可因为“好玩”而随意把化学药品混合。这样做可能容易产生引起爆炸的危险物质。

26. 不要把脸凑近装有化学药品的容器开口。不要摸、尝、闻某种化学品，除非老师要求你这样做，因为许多化学物质是有毒的。

27. 只使用实验所需的化学药品。取药品时要核对试剂瓶上的标签。要按所需的药品量来称取。用完后盖好瓶塞或瓶盖。

28. 根据老师的指导处理用过的化学药品。为防止污染，不要把取出药品放入原来的瓶中。不要随意把化学品倒进水槽或废物箱里。

29. 处理酸和碱时尤其要小心。把它们倒在水槽或指定的容器中，注意不要溅到实验台上。

30. 如果要求你辨别气味，要用招气入鼻法，切勿凑到容器开口上方直接闻。

31. 当把酸和水混和时，注意要先把水倒入容器，然后再缓慢地把酸加入水中。千万不要把水倒入酸里。

32. 在实验室中要特别注意，不要把物品洒到外面。如果有化学试剂溅出来要立即用大量的水冲洗。如果酸溅到皮肤或者衣服上必须马上用大量的水冲洗，同时向老师报告是否还有其他的地方被溅到。

玻璃器皿的使用安全

33. 不要将玻璃管或温度计强行塞入橡皮塞或者橡皮管中。如果实验需要，可以让老师帮助把玻璃管或者温度计塞好。

34. 在用煤气灯加热时，使用石棉网来避免玻璃器皿与火焰直接接触。不要加热外表还不完全干燥的玻璃器皿。

35. 要记住，烫的玻璃器皿看上去就和冷的一样。千万不要在没有试过温度之前贸然用手去拿，必要时使用隔热手套。参见第 24 条规定。

36. 不要使用已经破裂或有缺口的玻璃器皿。如果发现玻璃器皿有损坏，要向老师报告，然后把它扔到指定的回收箱中。

37. 不要用实验室的玻璃器皿装食物。

38. 归还玻璃器皿之前要彻底洗干净器皿。

锐器的使用

39. 使用解剖刀或其他尖锐物品时要特别小心。切东西的时候刀口不要朝向自己。

40. 如果在实验室里划破了皮肤要马上向老师汇报。

动植物安全

41. 不准进行会引起哺乳动物、鸟类、爬行动物、鱼类和两栖动物痛苦、不适或伤害的实验。这个原则在家里和在学校都同样适用。

42. 只有绝对必要时才使用动物进行实验。老师会指导你如何处理带入实验室的每一种动物。

43. 如果你知道自己对某种植物、霉菌或动物过敏，那么在相应的实验开始之前就要向老师说明。

44. 在野外工作时，要穿好长袖衣服、长裤、袜子和鞋子，以保护自己的皮肤少受伤害。要学会辨认当地有毒的植物、真菌以及带刺的植物，尽量避免接触它们。

45. 不要吃任何不认识的植物和真菌。

46. 接触过动物或者饲养动物的笼子之后要彻底洗手。如果实验涉及动物脏器、植物、泥土，结束后也要洗手。

实验结束规定

47. 实验完成后，把工作台整理干净，所有仪器归还到指定位置。

48. 按老师的要求处理废物。

49. 每一次实验结束都要洗手。

50. 所有的加热器和电炉不用时都应关上。拔掉电炉等电器的插头；如果使用的是煤气灯，要检查煤气管道的开关是否关闭。

常见矿物鉴定表

第一组
金属光泽、深色矿物

矿物 / 化学分子式	硬度	密度 (g/cm^3)	光泽	条痕	颜色	其他特征
黄铁矿 FeS_2	6~6.5	5.0	金属	绿黑色 棕黑色	浅黄色	比磁黄铁矿和黄铜矿硬，被称为“愚人的金子”，但比金子硬，易碎
磁铁矿 Fe_3O_4	6	5.2	金属	黑色	铁黑色	强磁性，是重要的铁矿石，其变种是“天然磁石”
赤铁矿 Fe_2O_3	5.5~6.5	4.9~5.3	金属或泥土	红色或红棕色	红棕色~黑色，也有钢灰色、结晶色	最重要的铁矿石，被称为“红赭石”，经常被用作红色颜料
磁黄铁矿 FeS	4	4.6	金属	灰黑色	棕铜色	硬度小于黄铁矿，有弱磁性
闪锌矿 ZnS	3.5~4	3.9~4.1	松脂	棕色~浅黄色	棕色~黄色	最重要的锌矿石
黄铜矿 $CuFeS_2$	3.5~4	4.1~4.3	金属	墨绿色	金黄，易失去光泽	最重要的铜矿石，比黄铁矿软，并且颜色更黄，比金易碎
斑铜矿 Cu_5FeS_4	3	4.9~5.4	金属	灰黑色	青铜色，棕色，会变紫色、黑色	重要的铜矿石，由于暴露在空气中，会产生孔雀羽毛般的颜色，因此常被称为孔雀石
铜 Cu	2.5~3	8.9	金属	铜红色	铜红~黑色	可以打造成各种形状，也可以拉成线状，常被用作电线，硬币和管子
金 Au	2.5~3	19.3	金属	黄色	金黄色	可以打造成各种形状，也可以拉成线状，不会失去光泽，通常用于制作首饰、金币，还可以镶牙
银 Ag	2.5~3	10.0~11.0	金属	银色~浅灰色	银白色，易失去光泽，变成黑色	能被打造成各种形状，也可以拉成线状，通常用于制作首饰、硬币和电线
方铅矿 PbS	2.5	7.4~7.6	金属	铅灰色	铅灰色	主要的铅矿石，可用来防辐射
石墨 C	1~2	2.3	金属~灰暗	黑色	黑色	有油脂感，非常软，通常用于制作铅笔芯和润滑剂

第二组
非金属光泽、深色矿物

矿物 / 化学分子式	硬度	密度 (g/cm³)	光泽	条痕	颜色	其他特征
刚玉 Al_2O_3	9	3.9~4.1	闪耀~玻璃	白色	通常为棕色	非常硬，可以做研磨料，透明结晶体，可以做红宝石和蓝宝石
石榴子石 $(Ca,Mg,Fe)_3(Al,Fe,Cr)_2(SiO_4)_3$	7~7.5	3.5~4.3	玻璃~树脂	白色，浅棕色	红色、棕色、黑色、绿色	宝石中常用的一组矿物，被用作生日纪念石和研磨料
橄榄石 $(Mg,Fe)_2SiO_4$	6.5~7	3.3~3.4	玻璃	白色或灰色	橄榄绿	见于火成岩中，有时被用作宝石
辉石 $Ca(Mg,Fe,Al)(AlSi)_2O_6$	5~6	3.2~3.4	玻璃	绿灰色	暗绿色~黑色	见于火成岩中
角闪石 $NaCa_2(Mg,Fe,Al)_5(Si,Al)_8O_{22}(OH)_2$	5~6	3.0~3.4	玻璃，丝绢	白色~灰色	暗绿色~棕色、黑色	见于火成岩和变质岩中
磷灰石 $Ca_5(PO_4)_3F$	5	3.1~3.2	玻璃	白色	绿色、棕色、红色、蓝色、紫黄色	有时被用作宝石，植物所需的磷的来源
蓝铜矿 $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	3.5~4	3.8	玻璃~灰暗	浅蓝色	深蓝色	铜矿石，被用作宝石
黑云母 $K(Mg,Fe)_3AlSi_3O_{10}(OH)_2$	2.5~3	2.8~3.4	玻璃或珍珠	白色~灰色	深绿色、棕色或黑色	是一种云母，有时被用作润滑剂
蛇纹石 $Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$	2~5	2.2~2.6	油脂、蜂腊或丝绢	白色	通常为绿色	曾被用作绝热材料，但后来发现会致癌，通常用于防火材料，可以以石棉的形式存在
褐铁矿 （氧化铁的水合物）	1~5.5	2.8~4.3	玻璃~灰暗	黄棕色	棕黑色~棕黄色	铁矿石，被称为黄赭石，可以作颜料，严格地说，是一种混合物，而不是矿石
铝土矿 （氧化铝的水合物）	1~3	2.0~2.5	灰暗~泥土	无色~灰色	棕色、黄色、灰色、白色	闻起来像湿润的泥土味，严格地说，是一种混合物，而不是矿石

第三组
非金属光泽、浅色矿物

矿物 / 化学分子式	硬度	密度 (g/cm³)	光泽	条痕	颜色	其他特征
钻石 C	10	3.5	闪耀	白色	无色，有变化	是最坚硬的物体，用于珠宝，可以研磨、切割其他坚硬物
黄玉 $Al_2SiO_4(F,OH)_2$	8	3.5~3.6	玻璃	白色	草黄色、粉红色、发蓝色、发绿色	是很有价值的宝石
石英 SiO_2	7	2.6	玻璃，油脂	白色	无色、白色，不纯的时候有各种颜色	地球上第二丰富的矿物，许多变种是宝石（紫晶、猫眼、雨花石、玛瑙、碧玉、缟玛瑙），在制造玻璃中用到
长石 $(K,Na,Ca)(AlSi_3O_8)$	6	2.6	玻璃	无色、白色	无色、白色、各种颜色	作为一族是地球上最丰富的矿物，各种长石占地壳的比例超过 60%
萤石 CaF_2	4	3.0~3.3	玻璃	无色	紫色、浅绿色、黄色、蓝绿色、其他颜色	有一些会发荧光（在紫外线照射下，荧光增强）。在炼钢中用到
白云石 $CaMg(CO_3)_2$	3.5~4	2.8	玻璃或珍珠	白色	无色、白色、粉红色或淡彩色	用于制作水泥，在稀盐酸中会嘶嘶响
方解石 $CaCO_3$	3	2.7	玻璃	白色~灰色	无色、白色、淡彩色	很容易有擦痕，在稀盐酸中会冒泡，常发荧光
岩盐 NaCl	2.5	2.1~2.6	玻璃	白色	无色或白色	有完美的立方体结晶，有盐味
石膏 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2	2.3	玻璃、珍珠、丝绢	白色	无色、白色、淡彩色	非常软，常用于制造石膏像，如雪花石膏
硫磺 S	2	2.0~2.1	树脂~油脂	白色	黄色~黄棕色	用于制药、硫酸以及橡胶
滑石 $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	1	2.7~2.8	珍珠~油脂	白色	灰色、白色、绿色	非常软，用作爽身粉，常见于变质岩，也叫皂石

索引

G

H

J

K

X

Y

Z

致 谢

Illustration

Carol Barber: 26
Kathleen Dempsey: 40, 48, 62, 70, 92, 108, 127, 140, 165, 170
John Edwards: 74
Chris Forsey: 13r, 27, 34t, 35, 38, 44, 45, 91
Geo Systems: 11m, 29, 30, 34b, 43, 51, 58t, 69, 70b, 81, 82, 89, 132
Jared D. Lee: 178-179t,
Martucci Design: 71b, 85, 115,
Morgan Cain & Associates: 22, 23, 24, 36, 37, 55, 60, 65tl, 66, 76, 77, 79, 80, 95, 105, 106, 152, 155
Matt Mayerchak: 50, 84, 114, 124, 142, 172
Ortelius Design Inc.: 11m, 46, 47, 100, 101, 136, 137, 176
Matthew Pippin: 65br, 75, 90, 130, 138
J/B Woolsey Associates: 44, 56, 57, 58b, 59

Photography

Photo Research Paula Wehde
Cover image Paul Chesley/TSI
Nature of Science
Page 10,12, Paul Mann; 11, Carol Prentice/US Geological Survey.

Chapter 1

Pages 14-15, Earth Satellite Corporation/Science Photo Library/Photo Researchers; **16**, Gardar Palsson/Mats Wibe Lund; **17t,b**, M.W.Franke/Peter Arnold; **18**, Corbis; **19**, iStockphoto; **20-21t**, Linde Waidhofer/Liaison International; **20m**, E. R. Degginger; **20b**, Breck P. Kent; **24**, Runk/Schoenberger/Grant Heilman; **25**, Richard Haynes; **28t**, Russ Lappa; **28b**, The Granger Collection, NY; **30**, Breck P. Kent; **31**, Francois Gohier/Photo Researchers; **32**, Science Photo Library; **33**, Emory Kristof/National Geographic Image Collection; **36tl**, Woods Hole Oceanographic Institute/Sygma; **36tr**, USGS/HVO 3cp/U. S. Geological Survey; **37**, SCRIPPS Oceanographic Institute; **39**, Panorama Stock; **40 all**, Richard Haynes; **41t**, Richard Haynes; **42t**, Panorama Stock; **49t**, The Granger Collection, NY.

Chapter 2

Pages 52-53, Fotoe; **54**, Ben S. Kwiatkowski/ Fundamental Photographs; **56t**, David Parker/Science Photo Library/Photo Researchers; **56b**, David Muench Photography; **57**, Sharon Gerig/Tom Stack & Associates; **58**, Shan Osolinski/TSI; **59**, Science Photo Library; **60**, Science Photo Library; **61**, Fotolia; **63b**, **inset**, Richard Haynes; **64,66t**, Richard Haynes; **66b**, Russell D. Curtis/Photo Researchers; **67**, Leonetto Medici/AP Photo; **68**, EERC/Berkeley; **72t**, Richard Haynes; **72b**, Natsuko Utsumi/Gamma Liaison; **73**, EERC/Berkeley; **76**, Esbin-Anderson/The Image Works; **78**, Terraphotographics/BPS; **83**, Science Museum/Michael Holford.

Chapter 3

Pages 86-87, Soames Summerhays/Photo Researchers; **88**, Savino/Sipa Press; **93 all**, Breck P. Kent; **94**, E. R. Degginger; **95**, Science Photo Library; **96t**, Ed Reschke/Peter Arnold; **96b**, E. R. Degginger; **97l**, Dave B. Fleetham/Tom Stack & Associates; **97r**, William Felger/Grant Heilman Photography; **98l**, **r**, Alberto Garcia/Saba Press; **99l**, **r**, Alberto Garcia/Saba Press; **99b**, Norbert Rosing/Animals Animals/Earth Scenes; **100tl**, North Wind; **100tr**, Kim Heacox/Peter Arnold; **100b**, Robert Fried Photography; **101**, Public domain; **102l**, Pat Roqua/AP/Wide World; **102r**, Antonio Emerito/Sipa Press; **103t**, Richard Haynes; **103b**, Hela Lade/Peter Arnold; **104**, Greg Vaughn/Tom Stack & Associates; **105t**, Picture Perfect; **105tr**, Wikimedia commons; **105b**, Manfred Gottschalk/Tom Stack & Associates; **106tl**, Brownie Harris/The Stock Market; **106bl**, Corbis; **106br**, David Hosking/Photo Researchers; **107**, Wikimedia commons; **109**, Richard Haynes; **110t**, **m**, NASA; **110b**, Chris Bjornberg/Photo Researchers; **111t**, **b**, **112** NASA; **113**, Norbert Rosing/Animals Animals/Earth Scenes.

Chapter 4

Pages 116-117, Thomas R. Taylor/Photo Researchers; **118t**, Richard Haynes; **118b**, Shutterstock; **119t**, Wikimedia commons; **119m**, Ben Johnson/Science Photo Library/Photo Researchers; **119b**, E.R. Degginger; **120l**, Dreamstime; **120r**, Gregory G. Dimijian/Photo Researchers; **120m**, Wikimedia commons; **121l**, Arne Hodalic/Corbis; **121r**, Breck P. Kent; **122**, Corbis; **123l**, **r**, Breck P. Kent; **124 sulfur**, E. R. Degginger; **124 all others**, Breck P. Kent; **125l**, Wikimedia commons; **125tr**, Paul Silverman/Fundamental Photographs; **126l**, **r**, E. R. Degginger; **128t**, Richard Haynes; **128b**, Gerhard Gscheidle/Peter Arnold; **129**, Jeffrey Scovil; **130l**, Science Photo Library; **130r**, Ted Clutter/Photo Researchers; **131**, Jay Syverson/Stock Boston; **133**, Nautilus Minerals Corp.; **134**, C. M. Dixon; **135t**, Science Photo Library; **135b**, Mike Husar/DRK photo; **136t**, C. M. Dixon; **136bl**, Scala/Art Resource, NY; **136br**, C. M. Dixon; **137**, The Granger Collection, NY; **138t**, Charles D. Winters/Photo Researchers; **138b**, Russ Lappa; **139**, Dreamstime; **140**, Richard Haynes; **141t**, **b**, **143**, Breck P. Kent.

Chapter 5

Pages 144-145, Shutterstock; **146t**, **m**, Breck P. Kent; **146b**, Jeff Zaroda/The Stock Market; **147tl**, **bl**, E. R. Degginger; **147tr**, **m**, Breck P. Kent; **147br**, Barry L. Runk/Grant Heilman; **148 slate**, **gneiss**, E. R. Degginger; **148 quartzite**, Jeff Scovil; **148 all others**, Breck P. Kent; **149**, Martin Rogers/Stock Boston; **150tl**, Breck P. Kent; **150tr**, Doug Martin/Photo Researchers; **150b**, Greg Vaughn/Tom Stack & Associates; **151tl**, **tm**, Breck P. Kent; **151tr**, E. R. Degginger; **152**, Alfred Pasieka/Science Photo Library/Photo Researchers; **153**, Michele & Tom Grimm/TSI; **154**, Clyde H. Smith/Peter Arnold; **156**, Specimen from North Museum/Franklin and Marshall College/Grant Heilman Photography; **157t**, E. R. Degginger; **157b**, Kevin Sink/Midwestock; **158**, Grant Heilman/Grant Heilman Photography; **159t**, Ted Clutter/Photo Researchers; **159b**, Dreamstime; **160**, Norbert Wu/The Stock Market; **160b**, Jean-Marc Truchet/TSI; **161**, Grant Heilman/Grant Heilman Photography; **162tl**, E. R. Degginger; **162bl**, Barry L. Runk/Grant Heilman Photography; **162br**, **163bl**, Andrew J. Martinez/Photo Researchers; **164**, David Hosking/Photo Researchers; **166tl**, **tr**, Jeff Scovil; **166tm**, Breck P. Kent; **167**, Corbis; **168tl**, Tom Algire/Tom Stack & Associates; **168bl**, Breck P. Kent; **168br**, N.R. Rowan/Stock Boston; **169**, Breck P. Kent; **170t**, **m**, **b**, Russ Lappa; **171**, Greg Vaughn/Tom Stack & Associates; **173l**, **r**, E. R. Degginger; **173m**, Breck P. Kent.

Interdisciplinary Exploration

Pages 174tl, Rosenfeld Imaged Ltd/Rainbow; **174br**, Michael Holford; **174-175m**, B. Daemmrich/The Image Works; **175 inset**, NASA/The Image Works; **176 border**, Marilyn "Angel" Wynn; **177l**, In-house; **178b**, John Coletti/Stock Boston.

Skills Handbook

Pages 180, Mike Moreland/Photo Network; **181t**, Foodpix; **181m**, Richard Haynes; **181b**, Russ Lappa; **184**, Richard Haynes; **186**, Ron Kimball; **187**, Renee Lynn/Photo Researchers.